ΚΤΗΡΙΑ ΑΠΟ ΠΗΛΟ ΣΤΗΝ ΚΡΗΤΗ:

ΔΙΔΑΓΜΑΤΑ ΚΤΗΡΙΑΚΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ ΜΕΣΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΚΑΙ ΔΙΑΤΗΡΗΣΗ ΤΗΣ ΠΟΛΙΤΙΣΤΙΚΗΣ ΚΛΗΡΟΝΟΜΙΑΣ

Καδά Δήμητρα

2021

Πολυτεχνείο Κρήτης

Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών

2021

Ερευνητική εργασία με τίτλο:

ΚΤΗΡΙΑ ΑΠΟ ΠΗΛΟ ΣΤΗΝ ΚΡΗΤΗ:

ΔΙΔΑΓΜΑΤΑ ΚΤΗΡΙΑΚΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ ΜΕΣΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΚΑΙ ΔΙΑΤΗΡΗΣΗ ΤΗΣ ΠΟΛΙΤΙΣΤΙΚΗΣ ΚΛΗΡΟΝΟΜΙΑΣ

Επιμέλεια: Καδά Δήμητρα

Επιβλέπουσα καθηγήτρια: κ. Μανδαλάκη Μαρία

Earth buildings in Crete. Building construction learnings through the documentation and preservation of earthen architectural heritage.

Περίληψη

Στην παρούσα ερευνητική εργασία, διερευνάται η παραδοσιακή τεχνική δόμησης με ωμό πηλό που απαντάται στην Κρήτη και μελετώνται οι κατασκευαστικές τεχνικές που έχουν καταγραφεί παγκοσμίως. Στη συνέχεια, εντοπίζονται οι τεχνικές που έχουν εφαρμοστεί στον ελλαδικό χώρο, ενώ δίδεται έμφαση στις τεχνικές που έχουν εντοπιστεί ειδικότερα στο νησί της Κρήτης από το παρελθόν μέχρι σήμερα. Στόχος αποτελεί η διάσωση και η διάδοση της γνώσης των κατασκευών από πηλό, καθώς αποτελούν κομμάτι της πολιτιστικής μας κληρονομιάς και του τρόπου κατοίκησης. Βασικό κομμάτι της έρευνας επικεντρώνεται στην καταγραφή πηλόκτιστων κατασκευών στην Κρήτη, θέτοντας έτσι την αρχή για την ιστορική τεκμηρίωση κτισμάτων από πηλό και για την υπόλοιπη Ελλάδα. Η ανάγκη καταγραφής τους είναι άμεση, διότι είναι κτίσματα εγκαταλελειμμένα, τα οποία όμως έχουν αντέξει στον χρόνο και μαρτυρούν τις παραδόσεις και την τεχνοτροπία της εποχής κατασκευής τους.

Η μεθοδολογία που εφαρμόζεται στη συγκεκριμένη έρευνα βασίζεται σε βιβλιογραφική και διαδικτυακή έρευνα, σε καταγραφή πήλινων κτισμάτων της Κρήτης μέσω επιτόπιων επισκέψεων και σε κατασκευές κλίμακας 1:1. Η ενασχόληση με τον πηλό και τις κατασκευές 1:1 ήταν και το έναυσμα για την περαιτέρω διερεύνηση του υλικού και τη δημιουργία αυτής της ερευνητικής εργασίας.

Η μελέτη απαντά σε ερωτήματα που αφορούν τον πηλό ως δομικό υλικό και στο πώς παραδοσιακά εντάσσεται στη δόμηση στον ελλαδικό χώρο. Διερευνάται η διαχρονικότητα των πήλινων κατασκευών, ξεκινώντας από τις πρώτες ιστορικές αναφορές αυτού του δομικού υλικού στη μινωική Κρήτη έως το σήμερα, με τα πηλόκτιστα των Χανίων Κρήτης. Στη συνέχεια, παρατίθενται προβληματισμοί που αφορούν στη φυσική δόμηση στην Ελλάδα και στις σύγχρονες κατασκευές με πηλό στην Κρήτη. Τέλος, παρουσιάζονται τα συμπεράσματα που προέκυψαν από την

έρευνα, καθώς και προτάσεις για περαιτέρω διερεύνηση των δυνατοτήτων του συγκεκριμένου υλικού.

Ευχαριστίες

Πριν την παρουσίαση της ερευνητικής μου εργασίας θα ήθελα να ευχαριστήσω τους ανθρώπους που συνεργάστηκαν μαζί μου και έπαιξαν σημαντικό ρόλο στην ολοκλήρωση της εργασίας μου.

Πρώτα από όλα, θα ήθελα να ευχαριστήσω την επιβλέπουσα καθηγήτριά μου κ. Μανδαλάκη Μαρία για την πολύτιμη καθοδήγηση, την εμπιστοσύνη και την εκτίμηση που μου έδειξε καθ' όλη τη διάρκεια εκπόνησης της ερευνητικής μου εργασίας. Ένα εργαστήριο που υλοποίησε στα πλαίσια μαθήματός της, αποτέλεσε την αφορμή να γνωρίσω τα φυσικά υλικά και να ξεκινήσω το ταξίδι εμβάθυνσης σε αυτά.

Στη συνέχεια, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον αρχιτέκτονα μηχανικό κ. Μουσουράκη Απόστολο, ο οποίος μου προσέφερε αρκετό βιβλιογραφικό υλικό καθώς και προσωπικό του φωτογραφικό αρχείο από πηλόκτιστα κτίσματα στην Κρήτη.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω ακόμα την αρχιτέκτονα μηχανικό κ. Χρυσαφάκη Ζέτα, που με χαρά μου έδωσε φωτογραφικό αρχείο από τα κτίσματα φυσικής δόμησης που έχει σχεδιάσει και κατασκευάσει και απάντησε σε οποιαδήποτε ερώτηση προέκυψε.

Επίσης, ευχαριστώ πάρα πολύ όλους τους συνεργάτες και φίλους που έχω κάνει αυτά τα χρόνια στα Χανιά, καθώς αποτελούν πηγή έμπνευσης και πάντα με στηρίζουν.

Ένα μεγάλο ευχαριστώ στον συνοδοιπόρο μου σε αυτό το ταξίδι αναζήτησης του πηλού, όχι μόνο στην Κρήτη αλλά σε ολόκληρη την Ελλάδα, Διονύση που με υπομονή με συντροφεύει σε κάθε στάδιο της έρευνας.

Τέλος, θέλω να ευχαριστήσω την αδελφή μου που συνέβαλε στην ολοκλήρωση της εργασίας και τους γονείς μου, οι οποίοι με στηρίζουν καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μου στο Πολυτεχνείο.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Περίληψη

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ 1

1.1 Αντικείμενο έρευνας 1

1.2 Σκοπός 2

1.3 Μεθοδολογία 2

1.4 Ερευνητικά ερωτήματα 3

2. Ο ΠΗΛΟΣ, από τη θεωρία στην πράξη 6

2.1 Το χώμα ως δομικό υλικό 6

2.1.1 Ιδιότητες χώματος 6

2.1.2 Ανάλυση χώματος 10

2.1.3 Βιοκλιματικά χαρακτηριστικά δόμησης με πηλό – Γιατί να διαλέξω το χώμα; 16

2.2 Κατασκευαστικές τεχνικές δόμησης με πηλό που έχουν εφαρμοστεί παγκοσμίως 19

2.2.1 Φέρουσες - Μονολιθικές κατασκευές 19

2.2.2 Πηλός ως υλικό πλήρωσης - Κατασκευή 27

2.2.3 Κατασκευές με πλίνθους - Τοιχοποιία 32

2.2.4 Ο πηλός ως τελική επίστρωση 40

2.3 Διδάγματα από κατασκευές πηλού σε κλίμακα 1:1 στην Ελλάδα 44

3. ΚΤΙΣΜΑΤΑ ΑΠΟ ΠΗΛΟ, τότε και τώρα στην Ελλάδα 49

3.1 Τι εντοπίζουμε στον Ελλαδικό χώρο 51

3.2 Ιστορικές Καταγραφές στην Κρήτη, τα πρώτα δείγματα χωμάτινης αρχιτεκτονικής σε μινωικά ανάκτορα 55

3.2.1 Βασιλική Ιεράπετρας, Μεγάλη Οικία 58

3.2.2 Ανάκτορο Μαλίων 58

3.2.3 Αρχαιολογικός Χώρος Κνωσού 59

3.2.4 Οικισμός Γουρνιά, Ανάκτορο Γουρνιών 60
3.2.5 Έπαυλη Νίρου Χάνι 61
3.2.6 Έπαυλη Αγίας Τριάδας 61
3.2.7 Ανάκτορο Ζάκρου 62
3.2.8 Παλαίκαστρο: Μινωικός οικισμός, θέση 'Ρουσσόλακκος' 64
3.3 Εντοπισμός πηλόκτιστων οικοδομών στην Κρήτη 66
3.4 Πηλόκτιστα: μια ξεχασμένη κατασκευαστική κουλτούρα στα Χανιά 70
4. Καταγραφή και τεκμηρίωση κτισμάτων από πηλό ως μέσο διάσωσης της αρχιτεκτονικής κληρονομιάς 83
5. ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΙΣΜΟΙ 88
6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ 98
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ 103
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 109

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ένα από τα παλαιότερα δομικά υλικά παγκοσμίως είναι ο πηλός και τουλάχιστον το ένα τρίτο των κτισμάτων της γης είναι κατασκευασμένα απ' αυτό. Στην Ελλάδα ο πηλός χρησιμοποιήθηκε κατά κόρον στο παρελθόν για την κατασκευή κατοικιών και άλλων δευτερευόντων κτισμάτων, όπως συμπεραίνεται από τη βιβλιογραφική και επιτόπια έρευνα. Η βιομηχανοποίηση ωστόσο έχει οδηγήσει στην αναζήτηση σύγχρονων τρόπων δόμησης και νέων υλικών, με αποτέλεσμα να έχουν ξεχαστεί οι παραδοσιακές τεχνικές δόμησης με πηλό. Παρόλο αυτά, τα τελευταία χρόνια υπάρχει ένα παγκόσμιο κίνημα που αρχίζει να επανεξετάζει, μέσα στα πλαίσια μείωσης των ενεργειακών καταναλώσεων, αναζήτησης υλικών φιλικών προς το περιβάλλον και χαμηλού ενεργειακού αποτυπώματος, παλαιότερα υλικά και κυρίως τον πηλό. Ο πηλός είναι ένα υλικό που υπάρχει άφθονο στη φύση και είναι πιο εύκολα διαχειρίσιμο.

1.1 Αντικείμενο έρευνας

Η παρούσα εργασία επικεντρώνεται στην έρευνα κτισμάτων από ωμό πηλό στην Κρήτη. Η παραδοσιακή τεχνική δόμησης με πηλό έχει ξεχαστεί, με αποτέλεσμα τα υπάρχοντα παραδοσιακά κτίσματα να εγκαταλείπονται και να χάνονται σταδιακά από τον ελλαδικό χάρτη.

Στο πέρασμα των χρόνων έχουν πραγματοποιηθεί τεράστια άλματα σε τομείς που αφορούν την αρχιτεκτονική, τη δομοστατική, τη λειτουργικότητα και τις εξυπηρετήσεις προς όφελος του ανθρώπου. Όμως, δεν πρέπει να χάνεται η σχέση του κτίσματος με τον άνθρωπο, την πόλη, το φυσικό περιβάλλον και την αισθητική ποιότητα και να μην γίνεται το κτίσμα αιτία πρόκλησης μη αναστρέψιμων καταστροφικών φαινομένων. Η αγωνία για τις περιβαλλοντικές επιβαρύνσεις έχει οδηγήσει στην έρευνα τεχνικών δόμησης του παρελθόντος, γνώσεις δοκιμασμένες στον χρόνο και δυνητικά εφαρμόσιμες στο παρόν[1]. Η Ελλάδα έχει παράδοση στη δόμηση με φυσικά

[1] Μιχαλάκης Κωνσταντίνος, *Ο Πηλός στην Οικοδομική*, εκδ. Προπομπός, 2019, σελ.13

υλικά και πλούσια αρχιτεκτονική κληρονομιά στη χρήση του πηλού και της τεχνικής των ωμόπλινθων. Μέχρι τώρα, αν και τα πλεονεκτήματα της δόμησης με πηλό είναι γνωστά, δεν έχει πραγματοποιηθεί μια συστηματική καταγραφή και ανάλυση της τεχνογνωσίας αυτού του υλικού. Αυτό μελετάται στην παρούσα ερευνητική εργασία, που φιλοδοξεί να γίνει έναυσμα για την ιστορική τεκμηρίωση και καταγραφή κτισμάτων με πηλό και στην υπόλοιπη Ελλάδα.

1.2 **Σκοπός**

Στόχος της παρούσας μελέτης που παρουσιάζεται είναι η έρευνα της χρήσης του πηλού στην Κρήτη και των δυνατοτήτων αυτού του φυσικού υλικού. Για την επίτευξη του στόχου πραγματοποιήθηκε έρευνα των κατασκευαστικών τεχνικών δόμησης του πηλού και των εφαρμογών του από το παρελθόν μέχρι και σήμερα. Στόχος είναι η διάσωση των κατασκευών από πηλό όχι μόνο στην Κρήτη αλλά και σε ολόκληρη την Ελλάδα, έχοντας ως αφετηρία αυτήν την ερευνητική εργασία. Η ανάγκη καταγραφής των τεχνικών και των κατασκευών που εντοπίζεται ο πηλός είναι άμεση, διότι τα κτίσματα αυτά είναι υπό εγκατάλειψη, «λιώνουν» μέσα στο ελλαδικό τοπίο και επομένως ένα κομμάτι της πολιτιστικής μας κληρονομιάς χάνεται δίχως να έχει επισήμως καταγραφεί.

1.3 **Μεθοδολογία**

Η μεθοδολογία που εφαρμόστηκε βασίζεται σε βιβλιογραφική έρευνα, σε διαδικτυακή έρευνα του υλικού που αφορά τον πηλό στην Ελλάδα, σε καταγραφή κτισμάτων που υπάρχουν στην Κρήτη, σε επιτόπιες επισκέψεις σε διάφορες περιοχές και σε κατασκευές κλίμακας 1:1. Ειδικότερα, αυτή η ενασχόλησή μου με την κλίμακα 1:1 και τις τεχνικές δόμησης με τον πηλό ήταν και το έναυσμα για την περαιτέρω έρευνα του συγκεκριμένου υλικού και τη δημιουργία αυτής της ερευνητικής εργασίας, μέσα από την ανάγκη να βρεθεί η σχέση που μπορεί να έχει με την Κρήτη αυτού του είδους η τεχνική δόμησης και συνεπώς οι γέφυρες παρελθόντος και σύγχρονης εποχής που μπορεί να δημιουργηθούν.

Στο πρώτο στάδιο της μελέτης πραγματοποιείται έρευνα του πηλού ως δομικό υλικό αλλά και των κατασκευαστικών του τεχνικών που εντοπίζονται σε παγκόσμια κλίμακα, προκειμένου να γίνουν αντιληπτές οι κατασκευαστικές του δυνατότητες. Αυτές οι γνώσεις και οι πρακτικές διεγείρουν τον προβληματισμό για την περαιτέρω επεξεργασία του υλικού και την ενσωμάτωσή του στις εκάστοτε κλιματικές, γεωγραφικές, γεωτεκτονικές συνθήκες και στο είδος και κλίμακα της κατασκευής. Η έρευνα πεδίου έδωσε τη δυνατότητα για άμεση επαφή με τον πηλό, κατανόηση της παραδοσιακής τεχνικής του ανά περιοχές και εντοπισμό των φθορών που έχουν προκύψει λόγω της μη συντήρησης των κτισμάτων. Στη μελέτη πραγματοποιείται αναφορά σε κτίσματα φυσικής δόμησης στην Ελλάδα και παρουσιάζονται οι πρώτες ιστορικές αναφορές που υπάρχουν για το δομικό υλικό του πηλού στη μινωική Κρήτη έως το σήμερα, με τα νεότερα πηλόκτιστα των Χανίων Κρήτης. Οι προβληματισμοί που προκύπτουν τόσο από την πρακτική άσκηση με τον πηλό, όσο και από τα δεδομένα που ισχύουν στην Ελλάδα, έχουν ως στόχο την ενημέρωση του κοινού για τις κατασκευαστικές δυνατότητες του υλικού και τη διάσωση των κτισμάτων και της τεχνογνωσίας δόμησης από το υλικό αυτό. Δυσκολία της έρευνας αποτέλεσε η απουσία βιβλιογραφίας που αφορά τον πηλό στον ελλαδικό χώρο. Αρκετό πληροφοριακό υλικό αντλούμε από άλλες χώρες που έχουν παράδοση με τον πηλό, όπως η Γαλλία και η Ιταλία.

1.4 **Ερευνητικά ερωτήματα**

Τα ερευνητικά ερωτήματα που τέθηκαν ως οδηγός της συγκεκριμένης έρευνας είναι τα εξής:

- **Γιατί μας ενδιαφέρει ο πηλός ως δομικό υλικό;** Μέσα στα πλαίσια της ανάγκης κατασκευής κτηρίων με μειωμένη ενεργειακή κατανάλωση ζητούμενο είναι η έρευνα για υλικά που έχουν χαμηλό ενεργειακό αποτύπωμα. Υλικό χαμηλής ενεργειακής κατανάλωσης είναι ο πηλός. Ζητούμενο επομένως είναι κατά πόσο μπορεί να εφαρμοστεί μέσα στα πλαίσια της σύγχρονης πρακτικής και νομοθεσίας. Επίσης, σημαντικό θέμα είναι η αναζήτηση

υγειούς εσωτερικού περιβάλλοντος. Ο πηλός έχει την ιδιότητα να εξισορροπεί την υγρασία και να διατηρεί το εσωτερικό κλίμα ευχάριστο με φυσικό τρόπο. Επομένως, προστίθεται και αυτή η παράμετρος ως ζητούμενο της σύγχρονης δόμησης και ενισχύεται έτσι η ανάγκη έρευνας του πηλού.

- **Υπάρχει παράδοση στην Ελλάδα σε σχέση με τον πηλό;** Είναι σημαντικό να κατανοήσουμε πώς παραδοσιακά εφαρμόστηκε αυτό το υλικό στην Ελλάδα και ποιες είναι οι τεχνικές του, ώστε να δούμε πώς αυτές μπορούν να τροποποιηθούν και να ενταχθούν στις συνθήκες του σήμερα.
- **Πώς θα διασωθεί αυτό το κομμάτι της πολιτιστικής μας κληρονομιάς;** Η διάσωση της πολιτιστικής μας κληρονομιάς είναι επιτακτική ανάγκη. Τα κτίσματα από πηλό έχουν εγκαταλειφθεί και φθείρονται στο πέρασμα των χρόνων. Είναι συνεπώς σημαντική η οργάνωση και η καταγραφή αυτού του υλικού ως κομμάτι της αρχιτεκτονικής της Ελλάδας. Η συγκεκριμένη έρευνα ξεκινά από την Κρήτη και δίνει το έναυσμα για την εξέλιξή της και στην υπόλοιπη Ελλάδα.
- **Ποιες είναι οι κατασκευαστικές τεχνικές του πηλού και ποιες μπορούν να εφαρμοστούν σήμερα;** Από τα πιο σημαντικά βήματα για να μπορέσει κανείς να κατανοήσει τί θα μπορούσε δυνητικά να εφαρμοστεί σήμερα είναι να ανατρέξει στο παρελθόν και να αναλύσει τις εφαρμογές του πηλού που έχουν καταγραφεί μέχρι σήμερα. Ανάλογα με τον τόπο, τις συνθήκες, τη διαθεσιμότητα του υλικού και τα νομοθετικά πλαίσια καθορίζεται κάθε φορά και η συγκεκριμένη τεχνική και σύνθεση της πήλινης κατασκευής προσαρμοζόμενη στις εκάστοτε ανάγκες.

Ο ΠΗΛΟΣ

2. Ο ΠΗΛΟΣ, από τη θεωρία στην πράξη

Ο πηλός αποτελεί ένα από τα παλαιότερα δομικά υλικά που χρησιμοποίησε ο άνθρωπος στις κατασκευές του.[2] Ποιες είναι όμως οι ιδιότητες και ποια τα χαρακτηριστικά που το ξεχωρίζουν και του προσδίδουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον για την επαναφορά του στη σύγχρονη δόμηση; Στο παρακάτω κεφάλαιο θα αναλυθούν αυτά τα χαρακτηριστικά, οι ιδιότητές του και τα βιοκλιματικά του πλεονεκτήματα στη δόμηση.

2.1 Το χώμα ως δομικό υλικό

2.1.1 Ιδιότητες χώματος

Το χώμα προέρχεται από διάβρωση πετρωμάτων του φλοιού της γης, που οφείλεται σε φυσικές, βιολογικές και χημικές διαδικασίες. Αυτές οι διεργασίες σχετίζονται με τη σχέση με τη θάλασσα, τη συχνότητα της βροχής, τον ήλιο, το κρύο, τον αέρα, τα φυτά και τα ζώα.

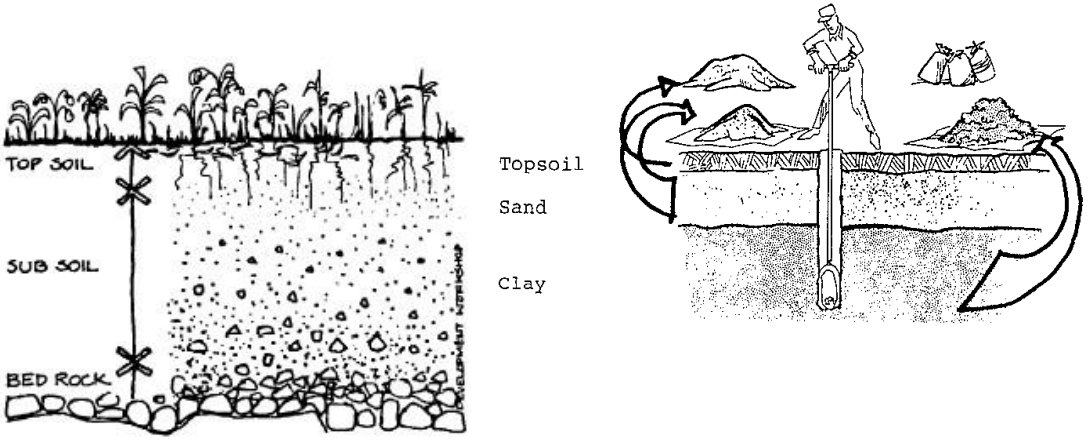
Το χώμα χωρίζεται σε διάφορα επίπεδα ανάλογα με το βάθος της εκσκαφής διαφέροντας σε χρώμα, υφή και συστατικά. Τα τρία βασικά μέρη που διακρίνονται είναι το επιφανειακό χώμα στο οποίο υπάρχουν πολλά οργανικά στοιχεία, το υπέδαφος στο οποίο εντοπίζεται λίγη ή καθόλου οργανική ύλη και το βαθύτερο στρώμα που εμπεριέχει πετρώματα και είναι δύσκολο να σπάσει σε σβώλους (εικόνα 1). Αυτό που χρησιμοποιείται για δόμηση προέρχεται από το υπέδαφος, επειδή δεν εμπεριέχει μεγάλη ποσότητα από οργανική ύλη όπως το επιφανειακό. Η οργανική ύλη έχει συνήθως αρνητικά αποτελέσματα στην κατασκευή, διότι συνεχίζει την αποσύνθεση και αλλοιώνει το υλικό δόμησης. Απομονώνεται από την επιλογή του χώματος και είναι εύκολο να διαχωριστεί, αφού το χρώμα της είναι πιο σκούρο και έχει έντονη μυρωδιά.

---

[2] Waltgahg Muller – Wiener, *Η Αρχιτεκτονική στην Αρχαία Ελλάδα*, σ. 57

Όταν το χώμα χρησιμοποιείται ως δομικό υλικό συνήθως αναφέρεται ως πηλός ή και άργιλος. Αποτελεί σύνθεση αέρα, νερού, οργανικών και ανόργανων υλικών.

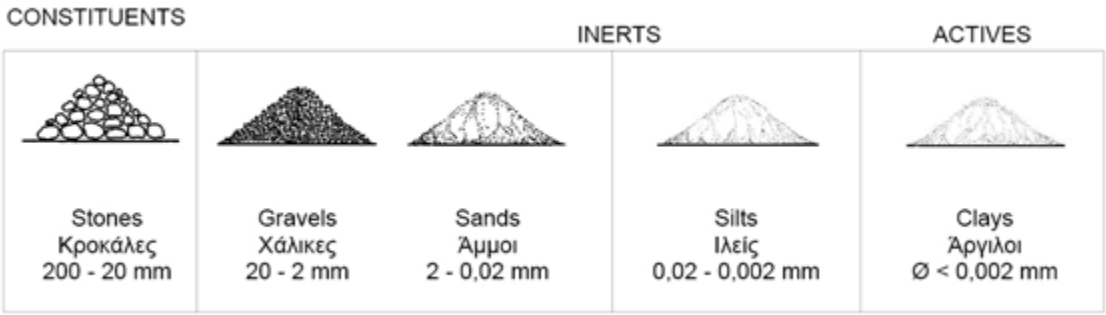
Ο αέρας παγιδεύει διάφορους μικροοργανισμούς, όπως μούχλα και βακτήρια που μπορεί να προκαλέσουν αλλοίωση στην οργανική ύλη των δομικών υλικών της κατασκευής. Επίσης, εναντιώνεται στην ανθεκτικότητα και σταθερότητα του χώματος, οπότε πρέπει να περιορίζεται όσο το δυνατόν περισσότερο. Εν συνεχεία, το νερό παίζει σημαντικό ρόλο στις ιδιότητες που θα προσδώσει στο χώμα. Αυτό προκύπτει διότι χωρίζεται σε διάφορες κατηγορίες στις οποίες το νερό, είτε συσσωρεύεται στους πόρους των κόκκων και δεν απορροφάται, είτε γύρω από αυτούς, είτε συγκρατείται στους πολύ λεπτούς πόρους. Σημαντικό χαρακτηριστικό του νερού είναι ότι ενεργοποιεί τη συνεκτικότητα της αργίλου και αυξάνει τον όγκο της εφόσον είναι ξηρή. Οι κόκκοι της αργίλου είναι δομημένοι σε μορφή επίπεδων φύλλων/πλακών και καθώς το νερό εξατμίζεται, η απόσταση μεταξύ των πλακών μειώνεται και τοποθετούνται παράλληλα λόγω των δυνάμεων έλξης. Για τον λόγο αυτό το νερό χαρακτηρίζεται ως το συνδετικό υλικό του χώματος. Όταν βρίσκεται σε εύπλαστη κατάσταση η άργιλος, αναπτύσσει συνεκτικότητα και καθώς ξηραίνεται, αντοχή σε θλίψη και εφελκυσμό. Όσον αφορά τα οργανικά συστατικά, αυτά εντοπίζονται στο επιφανειακό χώμα δηλαδή σε βάθη μικρότερα των 40 εκατοστών. Σε αυτό το στρώμα χώματος εμπεριέχονται φυτά, ρίζες και κατάλοιπα αποσύνθεσης. Το pH της οργανικής ύλης είναι όξινο και όταν επιλέγεται χώμα για δομικό υλικό πρέπει να είναι απαλλαγμένο από όλα αυτά τα συστατικά. Είναι διαφορετική η προσθήκη ίνας όπως το άχυρο που τοποθετείται στη δόμηση, διότι είναι στεγνό και δεν υπάρχει κίνδυνος μετέπειτα αλλοίωσης.



Εικόνα 1. *Τα τρία βασικά επίπεδα που χωρίζεται το χώμα. Το επιφανειακό(topsoil), το υπέδαφος (sub soil) και το βαθύτερο στρώμα (bed rock) και δεξιά η διαδικασία συλλογής του πηλού από το υπέδαφος.*

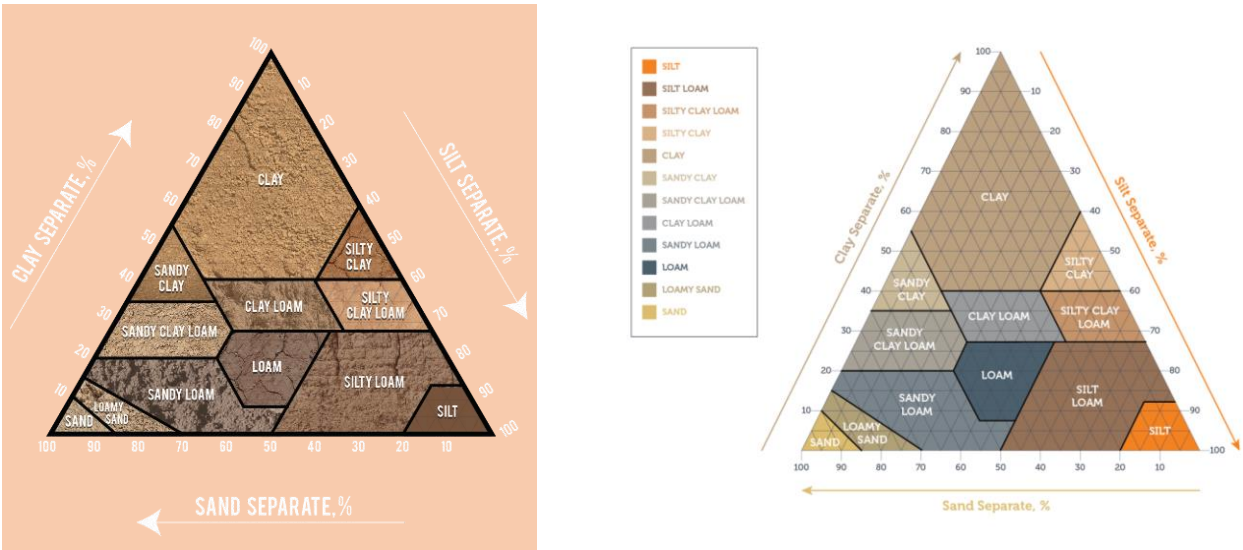
Τα ανόργανα συστατικά του χώματος ανάλογα με τη διάμετρό τους χωρίζονται σε: άργιλο, ιλύ, άμμο, χαλίκι και βότσαλα. Πιο συγκεκριμένα οι διάμετροι των συστατικών του χώματος είναι οι εξής:

- Άργιλος <0,002 χιλιοστά
- Ιλύς 0,002 - 0,06 χιλιοστά
- Άμμος 0,06 - 2 χιλιοστά
- Χαλίκι 2 - 20 χιλιοστά
- Κροκάλες 20 – 60-200 χιλιοστά



Εικόνα 2. *Τα ανόργανα συστατικά του χώματος.*

Ανάλογα με το ποσοστό αυτών των συστατικών, το χώμα χαρακτηρίζεται ως χαλικώδες, αμμώδες, ιλυώδες, αργιλώδες και το καθένα έχει τις δικές του ιδιότητες.



Εικόνα 3. *Τρίγωνο κλάσεων κοκκομετρικής σύστασης του εδάφους, με σωματίδια όχι μεγαλύτερα από 2 χιλιοστά. Στους τρεις άξονες του γραφήματος είναι η άργιλος, η ιλύς και η άμμος.*

2.1.2 Ανάλυση χώματος

Η σωστή επιλογή χώματος αποτελεί το πρωταρχικό στάδιο για τη δημιουργία μιας ανθεκτικής στο χρόνο κατασκευής. Για να επιλεγεί το κατάλληλο κάθε φορά χώμα, είναι απαραίτητο να πραγματοποιείται ανάλυση της σύνθεσής του. Αυτή μπορεί να επιτευχθεί είτε στο εργαστήριο με εργαστηριακούς ελέγχους του υλικού, αν και δεν υπάρχει η δυνατότητα να πραγματοποιούνται κάθε φορά, είτε με κάποιες in situ δοκιμές. Ακόμα και με μικρή εμπειρία κάποιου, οι δοκιμές αυτές αρκούν για να κατανοηθεί, αν το επιλεγμένο χώμα είναι κατάλληλο ή όχι ώστε να χρησιμοποιηθεί ως δομικό υλικό.

Βασικά σημεία που πρέπει να ελέγχονται κατά τη διαδικασία συλλογής του χώματος είναι: το βάθος εκσκαφής (χωρίς οργανική ύλη), το δείγμα να λαμβάνεται από διαφορετικά σημεία της περιοχής και να είναι ομοιογενές χωρίς σβώλους και συσσωματώματα.

Μετά τη συλλογή του δείγματος πραγματοποιούνται διάφορες δοκιμές, που μας δείχνουν γρήγορα αλλά σοβαρά την ποσότητα και ποιότητα του αργίλου στο δείγμα. Αυτά τα εμπειρικά τεστ πρέπει να γίνονται τρεις φορές το καθένα, το δείγμα χώματος να είναι κοσκινισμένο και σημαντικό είναι στην αρχή να γίνονται δοκιμές με δύο διαφορετικά χώματα ώστε να εντοπίζονται διαφορές.

Σημαντικό ρόλο στην μελέτη του χώματος παίζουν οι αισθήσεις μας. Το χώμα εξετάζεται αρχικά οπτικά εκτιμώντας το ποσοστό της άμμου και των λεπτών κόκκων που περιέχει. Με την οσμή γίνεται αντιληπτό αν περιέχει οργανική ύλη αφού θα έχει τη μυρωδιά μούχλας. Τρίβουμε στις παλάμες μας λίγη ποσότητα υγρού χώματος και παρατηρούμε την υφή του. Στις δοκιμές μπορούν να βοηθήσουν τα δόντια αλλά και η γλώσσα, το πιο ευαίσθητο όργανο του ανθρώπου αναγνωρίζοντας κόκκους στο δείγμα.

Οι δοκιμές που γίνονται επιτόπου για την κατανόηση του χώματος και την ενδεχόμενη επιλογή του για δομικό υλικό είναι οι εξής:

Δοκιμή πλυσίματος χεριών

Στόχος αποτελεί η εύρεση αργίλου στο χώμα. Ένα μικρό δείγμα υγρού χώματος τρίβεται μεταξύ των χεριών. Αν υπάρχουν αρκετοί κόκκοι τότε το χώμα είναι αμμώδες ή χαλικώδες. Εφόσον τα χέρια στεγνώσουν και το δείγμα τρίβεται και φεύγει, το χώμα είναι ιλυώδες, αμμώδες. Αν το δείγμα είναι κολλώδες και είναι δύσκολο να φύγει από τα χέρια με το πλύσιμο, τότε το χώμα είναι αργιλώδες.

Δοκιμή κοπής

Διαμορφώνεται μια μπάλα από υγρό δείγμα χώματος και κόβεται με ένα μαχαίρι. Εάν η επιφάνεια της τομής είναι γυαλιστερή τότε το δείγμα έχει υψηλή περιεκτικότητα σε άργιλο, εάν είναι θαμπή τότε έχει υψηλή περιεκτικότητα σε ιλύ.

Στο ίδιο πείραμα παρατηρούμε ότι όταν το μαχαίρι εισχωρεί εύκολα στη μπάλα, τότε η περιεκτικότητα σε άργιλο είναι χαμηλή. Το αργιλούχο έδαφος τείνει να αντιστέκεται στην εισχώρηση του μαχαιριού και να κολλά σε αυτό όταν το διαπερνά.

Δοκιμή καθίζησης

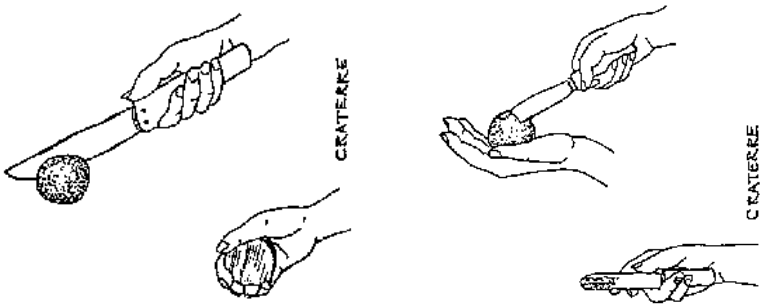
Στόχος αποτελεί η ένδειξη αν ο άργιλος που έχει το χώμα είναι ενεργός ή όχι, η παρουσία άμμου και οργανικών συστατικών και γενικά μία εκτίμηση της αναλογίας των συστατικών του δείγματος. Στο ένα τέταρτο ενός γυάλινου δοχείου τοποθετείται κοσκινισμένο ξηρό χώμα και σημειώνεται η στάθμη του. Το υπόλοιπο δοχείο το γεμίζουμε με νερό και το αναδεύουμε πολύ καλά. Το δοχείο στη συνέχεια, αφήνεται σε επίπεδο μέρος και ξεκινά η παρατήρησή του. Τα μεγαλύτερα σωματίδια, όπως χαλίκια και άμμος θα κατακαθίσουν αμέσως. Έπειτα, ελέγχεται αν στην επιφάνεια του νερού

επιπλέουν οργανικά υπολείμματα, αν το νερό είναι διαυγές και αν το χώμα φτάνει στο ένα τέταρτο. Ο τελικός έλεγχος πραγματοποιείται μία μέρα μετά την ανάδευση.

Δοκιμή πλυσίματος χεριών

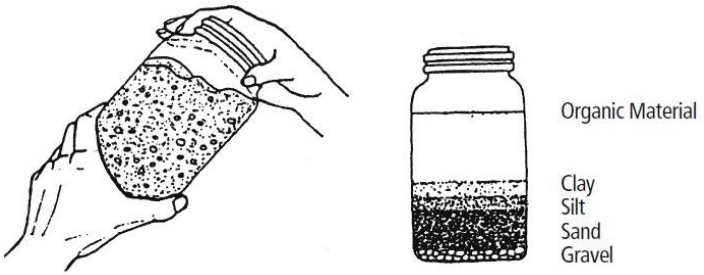
Εικόνα 4.

Δοκιμή κοπής



Εικόνα 5.

Δοκιμή καθίζησης



α. β.

Εικόνα 6. α. *Τεστ καθίζησης και* ***β.*** *αποτέλεσμα τεστ μία μέρα μετά την ανάδευση του μείγματος.*

Δοκιμή πτώσης της μπάλας

Στόχος της δοκιμής είναι η συνοχή του ξηρού χώματος. Το μείγμα πρέπει να είναι στεγνό αλλά με τόση υγρασία, ώστε να είναι εύπλαστο και να διαμορφωθεί μπάλα διαμέτρου 4 εκατοστών. Αφού ξηρανθεί, αφήνεται να πέσει από το ύψος των ώμων, 1-1,5 μέτρο, σε επίπεδο σκληρό πάτωμα. Στην περίπτωση που η μπάλα θρυμματιστεί σε πολλά κομμάτια, το δείγμα έχει πολύ χαμηλή περιεκτικότητα σε άργιλο, και η συνεκτικότητά του είναι ανεπαρκής οπότε δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως δομικό υλικό (τουλάχιστον μόνο του). Αν η μπάλα σπάσει σε λίγα κομμάτια τότε το χώμα έχει χαμηλή συνεκτικότητα, όμως περιέχει άργιλο και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για παραγωγή ωμοπλίνθων (adobes) και πεπιεσμένης γης (rammed earth). Αν μετά τη πτώση η μπάλα δεν σπάσει και παρουσιάσει ελαφριές ή καθόλου ρωγμές τότε η ανθεκτικότητα του δείγματος είναι υψηλή λόγω της μεγάλης περιεκτικότητας σε άργιλο. Σε αυτό το μείγμα πρέπει να προστεθεί άμμος.

Δοκιμή συνοχής

Στο δείγμα χώματος προστίθεται λίγο νερό έως ότου διαμορφωθεί σε μορφή πούρου πάχους 3 εκατοστών και μήκους 20 εκατοστών. Αφήνεται να πέσει από ομαλή επιφάνεια σπρώχνοντάς το με συνεχόμενη δύναμη. Αν το πούρο δεν σπάσει, τότε έχει μεγάλη περιεκτικότητα σε άργιλο που είναι υπερβολικά υψηλή και όχι επιθυμητή για οικοδομικούς σκοπούς. Εάν σπάσει τότε μετράται το κομμάτι που έπεσε. Αν το μήκος κυμαίνεται από 0 μέχρι 5 εκατοστά τότε έχει λίγη ή καθόλου συνοχή, αν είναι 5 με 15 εκατοστά τότε παρουσιάζει συνοχή, ενώ αν είναι 15 με 20 τότε έχει ισχυρή συνοχή.

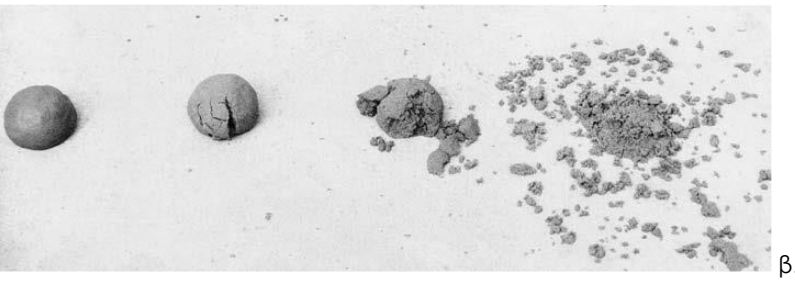
Δοκιμή μπισκότου

Πραγματοποιώντας αυτή τη δοκιμή θα γίνει έλεγχος της αντοχής του ξηρού χώματος και της συρρίκνωσής του. Πλάθεται μικρό κομμάτι δείγματος και τοποθετείται σε καλούπι ανοιχτό πάνω και κάτω διαμέτρου 3 εκατοστών και πάχους 1 εκατοστού. Αφήνεται να στεγνώσει στη σκιά και έπειτα ελέγχεται η συρρίκνωση του μπισκότου. Παρατηρούνται πιθανές ρωγμές και σκασίματα του

δείγματος. Σε περίπτωση που το μπισκότο θρυμματίζεται εύκολα στις γωνίες τότε ενδέχεται να είναι αμμώδες χώμα. Αν στην προσπάθεια σπασίματος του μπισκότου με το ένα χέρι, σπάσει εύκολα τότε η συνοχή του δεν είναι μεγάλη, ενώ αν χρησιμοποιώντας και τα δύο χέρια το μπισκότο δεν σπάσει τότε το χώμα είναι αργιλώδες.

Δοκιμή πτώσης της μπάλας

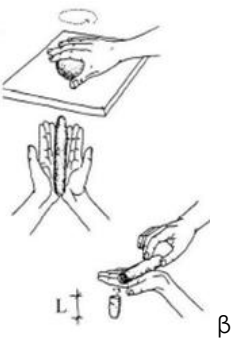
α.


β.

Εικόνα 7. α. *Μπάλες πηλού που αφήνονται να στεγνώσουν,* ***β.*** *τα διάφορα αποτελέσματα μετά τη ρίψη της μπάλας*

Δοκιμή συνοχής

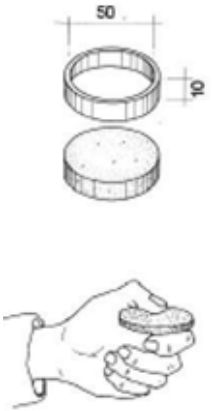
α.


β.

Εικόνα 8. α. *Δοκιμή σε διάφορα χώματα*

Δοκιμή μπισκότου

α.



β.

Εικόνα 9. α. *Αποτελέσματα τεστ αφού στέγνωσε το δείγμα.*

2.1.3 Βιοκλιματικά χαρακτηριστικά δόμησης με πηλό – Γιατί να διαλέξω το χώμα;

Το χώμα, όπως και όλα τα οικοδομικά υλικά, έχει αρκετά πλεονεκτήματα όσον αφορά την ενεργειακή του αξιολόγηση αλλά και ιδιαίτερα μειονεκτήματα που εξαρτώνται από την τεχνική που θα χρησιμοποιηθεί.

Χαρακτηριστικό στοιχείο του χώματος είναι ότι η σύστασή του αλλάζει από τόπο σε τόπο. Κάθε χώμα έχει διαφορετική σύσταση σε άργιλο, ιλύ, άμμο και χαλίκια και επομένως διαφορετικές ιδιότητες. Αυτό αποτελεί μειονέκτημα διότι συνεπάγεται τη διαφορετική προετοιμασία του για την παραγωγή μείγματος για κατασκευαστικούς σκοπούς.

Ένα άλλο μειονέκτημα που παρουσιάζεται είναι κατά τη διάρκεια της ξήρανσης του υλικού. Το μείγμα του πηλού που κατασκευάζεται συρρικνώνεται λόγω της εξάτμισης του νερού, που χρησιμοποιείται για την επεξεργασία του μείγματος και την ενεργοποίηση της συνεκτικότητας του δομικού υλικού. Η συρρίκνωση αυτή ευθύνεται για τις ρωγμές που εμφανίζονται στην επιφάνεια του υλικού. Για την ελαχιστοποίησή τους απαιτείται μείωση της αργίλου και του νερού.

Βασικό μειονέκτημα του χώματος είναι η χαμηλή αντοχή του στο νερό. Κατασκευές από χώμα πρέπει να προστατεύονται από τη βροχή και τον παγετό. Πρέπει να διαθέτουν κατάλληλη σκεπή με προεξοχές, αδιάβροχο και ανθεκτικό υπόστρωμα και κατάλληλη επικάλυψη επιφανειών που είναι εκτεθειμένες.

Ένα άλλο στοιχείο που ερευνάται ανά περιοχές είναι η ύπαρξη ραδονίου στο χώμα. Το ραδόνιο απαντάται ως αέριο συστατικό του εδάφους και είναι θυγατρικό παραγόμενο της ραδιενεργούς διάσπασης του ουρανίου, το οποίο περιέχεται σε όλα τα εδάφη. Το ραδόνιο εισέρχεται σε κλειστούς χώρους όπως ορυχεία, σπίτια, σχολεία και χώρους εργασίας όπου και συγκεντρώνεται. Οι συγκεντρώσεις του μπορεί να είναι υψηλές, ανάλογα με τα γεωλογικά στοιχεία, τις

ατμοσφαιρικές συνθήκες της περιοχής καθώς επίσης και με τις συνθήκες εξαερισμού του χώρου. Γι' αυτό το λόγο απαιτείται η ανάλυση του χώματος πριν από τη χρήση του σε κατασκευές.[3]

Όμως, εκτός από τα συγκεκριμένα μειονεκτήματα, υπάρχουν πολυάριθμα πλεονεκτήματα που καθιστούν το υλικό του πηλού κατάλληλο για δόμηση. Προσφέρει ευεργετικά στοιχεία στην υγεία του ιδιοκτήτη, στο ίδιο το σπίτι και γενικότερα στο φυσικό περιβάλλον. Πιο συγκεκριμένα, το χώμα βοηθά στην εξισορρόπηση της υγρασίας του αέρα μέσα σε ένα κτίσμα από πηλό. Ο πηλός έχει την ικανότητα να απορροφά ή να προσφέρει την απαιτούμενη υγρασία στο χώρο πολύ πιο γρήγορα και αποτελεσματικά σε σχέση με άλλα οικοδομικά υλικά. Η άνεση σε έναν εσωτερικό χώρο εξαρτάται από τη θερμοκρασία, την κίνηση, την υγρασία, την ποιότητα του αέρα. Όταν οι συνθήκες δεν είναι κατάλληλες και υπάρχουν υψηλές ή πολύ χαμηλές θερμοκρασίες ή αντίστοιχα υγρασία, τότε επέρχονται αρνητικές συνέπειες για την υγεία του ανθρώπου. Το χώμα έχει την ικανότητα να εξισορροπεί την υγρασία και να την κρατά στα επιθυμητά ποσοστά περιεκτικότητας για ένα δωμάτιο, τα οποία θα πρέπει να είναι τουλάχιστον 40% και όχι περισσότερο από 70%.

Επιπλέον, το υλικό αυτό αποθηκεύει θερμότητα. Σε περιοχές με έντονες θερμοκρασιακές διαφορές η χρήση αργιλικών υλικών βοηθά στην αποθήκευση της θερμικής ενέργειας του ηλίου, ισορροπώντας το εσωτερικό κλίμα.

Όσον αφορά το ενεργειακό αποτύπωμα του χώματος, αυτό συμβάλλει στην εξοικονόμηση ενέργειας μειώνοντας παράλληλα τη ρύπανση του περιβάλλοντος. Αυτό συμβαίνει λόγω του ότι η προετοιμασία, η μεταφορά και η επεξεργασία του πηλού στον χώρο της κατασκευής απαιτεί μόνο το 1% της ενέργειας που απαιτείται για την διαδικασία παραγωγής ενός ψημένου τούβλου ή οπλισμένου σκυροδέματος. Επομένως δεν παράγεται σχεδόν καθόλου περιβαλλοντική ρύπανση. Είναι επίσης επαναχρησιμοποιούμενο υλικό. Για παράδειγμα, οι ωμόπλινθοι μπορούν

[3] Ελληνική Επιτροπή Ατομικής Ενέργειας, www.eeae.gr

με τη προσθήκη νερού να αποτελέσουν εκ νέου οικοδομικό υλικό σε κάποια νέα κατασκευή. Η διαδικασία αυτή της ανακύκλωσης του υλικού μπορεί να πραγματοποιηθεί αρκετές φορές. Επομένως, το χώμα δεν γίνεται ποτέ απόβλητο υλικό που βλάπτει το περιβάλλον. Συμβάλλει επίσης τόσο στην εξοικονόμηση των εξόδων μεταφοράς του υλικού όσο και στην ίδια την αγορά του. Στις περισσότερες περιπτώσεις κατασκευών χρησιμοποιείται το χώμα της εκσκαφής, εφόσον διαθέτει αρκετή ποσότητα αργίλου, γεγονός που συνεπάγεται μειωμένο κόστος. Ακόμα και στην περίπτωση μεταφοράς του χώματος στο εργοτάξιο το κόστος είναι λιγότερο σε σχέση με τα άλλα οικοδομικά υλικά.

Είναι επίσης κατάλληλο για κάποιον που επιθυμεί να συνεισφέρει ο ίδιος στην κατασκευή, για παράδειγμα, του σπιτιού του. Εφόσον υπάρχει ο ειδικός στις κατασκευές με πηλό, μπορούν άνθρωποι χωρίς εμπειρία και σχετικές γνώσεις να ασχοληθούν με όλα τα στάδια κατασκευής με πηλό. Είναι μια έντονη εργασία αλλά δεν απαιτείται ακριβός εξοπλισμός.

Ένα ακόμα πλεονέκτημα είναι ότι ο πηλός διατηρεί την ξυλεία και τα οργανικά υλικά που συνδυάζονται μαζί του για μια κατασκευή. Το χώμα έχει την ιδιότητα να διατηρεί τα ξύλινα στοιχεία ξηρά, αποτρέποντας μύκητες και έντομα να αναπτυχθούν. Το ίδιο ισχύει και για τα άχυρα, τα οποία θέλουν ιδιαίτερη προσοχή λόγω του ότι μπορεί να σαπίσουν σε περίπτωση που υπάρχει περισσότερη από την ιδανική υγρασία.

Υποστηρίζεται ακόμα ότι απορροφά τους ρύπους και ότι οι χωμάτινοι τοίχοι συμβάλλουν στον καθαρισμό του αέρα στο εσωτερικό ενός χώρου. Επίσης, οι χωμάτινοι τοίχοι μπορούν να απορροφήσουν ρύπους που διαλύονται στο νερό.[4]

---

[4] Gernot Minke, *Building with Earth, Design and Technology of Sustainable Architecture*, Birkhäuser – Publishers for Architecture, Basel – Berlin – Boston, σελ.13-15

2.2 Κατασκευαστικές τεχνικές δόμησης με πηλό που έχουν εφαρμοστεί παγκοσμίως

Στο πέρασμα των χρόνων οι κατασκευαστικές τεχνικές εξελίσσονται, όμως παραμένουν οι παραδοσιακές στις οποίες βασίζονται όλοι οι τρόποι δόμησης με πηλό. Ανά περιοχή εντοπίζεται η τεχνική η οποία είναι κατάλληλη για το συγκεκριμένο κλίμα και έδαφος που επικρατεί.

Τα κτήρια μπορούν να συνίστανται εξ ολοκλήρου ή εν μέρει από πηλό, ανάλογα με την τοποθεσία, το κλίμα, το κόστος και τη χρήση τους. Η κατασκευή μπορεί να είναι μονολιθική ή να αποτελεί συνδυασμό άλλων τεχνικών, όπως ωμόπλινθους, πεπιεσμένη γη ή γέμισμα αντικειμένων με πηλό. Έτσι λοιπόν το ενδιαφέρον με τον πηλό είναι ότι μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε πολλά στάδια κατασκευής, έχει διάφορες κατασκευαστικές χρήσεις και τεχνικές οι οποίες και παρουσιάζονται παρακάτω.

2.2.1 Φέρουσες - Μονολιθικές κατασκευές

2.2.1.1 Λάξευση του εδάφους / ανασκαμμένη γη

Μια από τις πιο ριζοσπαστικές λύσεις στο πεδίο των καταφυγίων είναι οι υπόγειες πόλεις και χωριά, με χαρακτηριστικό παράδειγμα τα προάστεια της Κεντρικής Κίνας. Σε αυτές τις περιοχές εντοπίζεται κίτρινο ασβεστώδες χώμα, το οποίο μεταφέρεται και εναποτίθεται εκεί από τον άνεμο. Το συγκεκριμένο χώμα είναι αρκετά απαλό, έχει υψηλό πορώδες (45%) και έτσι μπορεί εύκολα να λαξευτεί. Τα κτίσματα σκάβονται κατακόρυφα περίπου 7 με 9 μέτρα από την επιφάνεια του εδάφους (εικόνα 10). Σκάλες σχήματος γάμα οδηγούν στα διαμερίσματα, όπου τα δωμάτια βρίσκονται στα 9 μέτρα βάθος, έχουν 4,5 μέτρα πλάτος και ύψος αντίστοιχα και διαθέτουν θολωτή οροφή. Ο φωτισμός και ο αερισμός επιτυγχάνεται από ανοίγματα που βρίσκονται σε κοινή αυλή. Οι κατοικίες είναι απαλλαγμένες από παράσιτα, είναι ζεστές το χειμώνα και δροσερές το καλοκαίρι. Εκτός από κατοικίες, χτισμένα υπόγεια, είναι εργοστάσια, σχολεία, ξενοδοχεία, γραφεία.

Τέτοιου είδους χώματα μπορούν να καλλιεργηθούν στην επιφάνειά τους και να διαθέτουν από κάτω τους κτίσματα.[5]

Εικόνα 10. *Υπόγειες κατοικίες κοντά στην περιοχή Tungkwan (Honnan) της Κίνας οργανωμένες γύρω από αίθρια επιφάνειας ίσης με ένα γήπεδο του τένις.*

[5] Rudofsky Bernard, *Architecture without Architects, A Short Introduction to Non-Pedigreed Architecture,* Doubleday & Company Inc., Garden City, New York, 1964

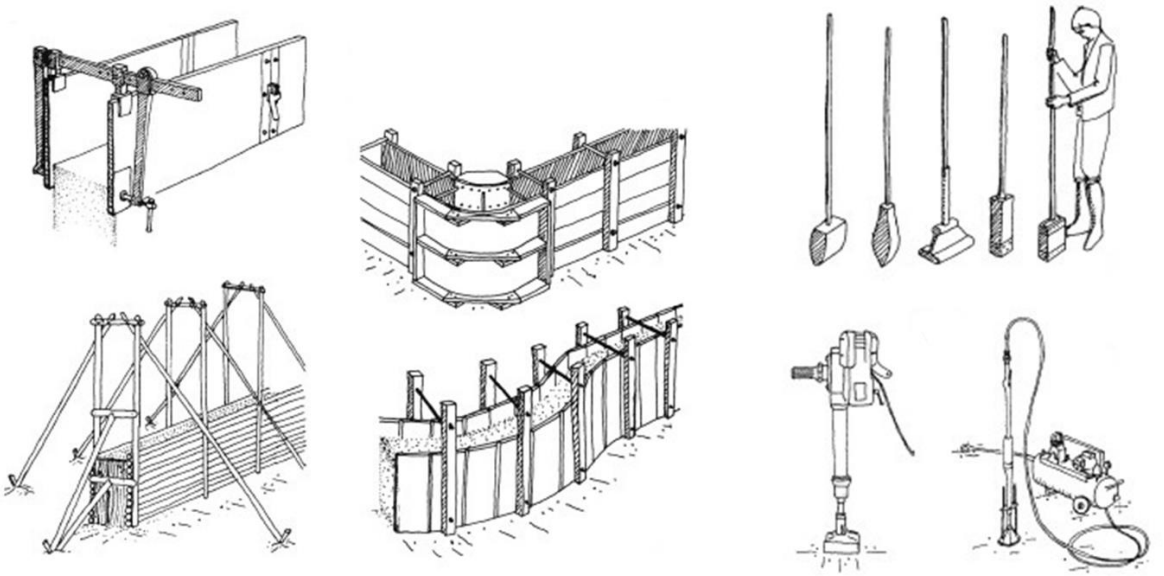
2.2.1.2 Καλουπωτός πηλός / συμπιεσμένη γη / πεπιεσμένη γη / rammed earth / pisé

Στην τεχνική αυτή χρησιμοποιείται μείγμα χώματος που εμπεριέχει ικανοποιητική ποσότητα χοντρόκοκκων υλικών σταθερού όγκου για να μειωθεί η συρρίκνωση. Το νερό προστίθεται με ράντισμα μέχρι το υλικό να δίνει την αίσθηση της υγρής άμμου. Αμφίπλευρα των υποστυλωμάτων τοποθετούνται ξύλινα ή μεταλλικά καλούπια μήκους 1.5 μ. – 3.0 μ. και ύψους 0.5 μ. – 1.0 μ., στα οποία απλώνεται μείγμα πηλού σε λεπτές στρώσεις περίπου 15 εκατοστών.[6] Ακολουθεί η συμπίεσή του είτε χειρωνακτικά είτε μηχανικά με κατακόρυφη πίεση, ώστε τα σωματίδια της αργίλου να παίρνουν οριζόντια θέση και να αυξάνονται οι δυνάμεις συνοχής τους. Ο πηλός συμπιέζεται και κάθε φορά δημιουργούνται στρώσεις 50 - 80 εκατοστών ύψους προτού ο ξυλότυπος αφαιρεθεί και ξαναστηθεί πιο ψηλά για τη συνέχιση της κατασκευής. Η διαδικασία αυτή επαναλαμβάνεται μέχρι να δημιουργηθεί το επιθυμητό ύψος. Όταν ολοκληρώνεται η συμπίεση, ο ξυλότυπος αφαιρείται και το υλικό είναι ακόμα νωπό. Συνεπώς μπορεί εύκολα να ξυστεί, να κοπεί και να δημιουργηθούν τα επιθυμητά ανοίγματα. Η τεχνική αυτή διαθέτει μεγάλη μάζα, στιβαρότητα και έχει καλή θερμοχωρητικότητα. Στην Ελλάδα δεν έχουμε πολλά παραδείγματα καλουπωτού πηλού, αλλά καλό είναι να εφαρμόζεται μόνο στα ισόγεια των κτηρίων και να συνδυάζεται με εξωτερική θερμομόνωση. Η κατασκευή αυτή μπορεί να εφαρμοστεί, είτε ως φέρουσα, ενίοτε με εσωτερικό οπλισμό (π.χ. μπαμπού), είτε ως τοιχοποιία πλήρωσης μεταξύ υποστυλωμάτων.[7]

---

[6] Norton John, *Building with Earth: A Handbook*, Intermediate Technology Development Group Limited, U.K., 1986, σελ.35

[7] Καΐρη Ελένη, Κυρισφίνη Θεοδώρα, *Τεχνικές δόμησης με πηλό*, Ανέλιξη, σελ.6-7



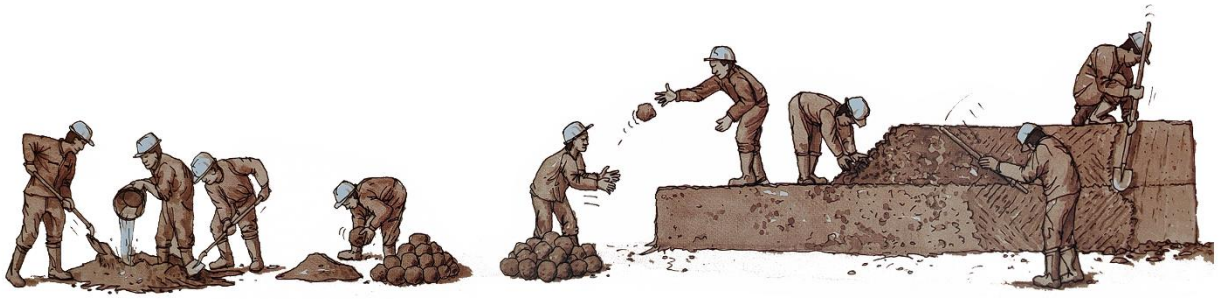
Εικόνα 11. *Διάφοροι τύποι ξυλότυπων, χωρίς εσωτερικά διαχωριστικά, με ενδιάμεσα στηρίγματα στην Κίνα, για στρογγυλεμένους ή καμπύλους τοίχους, Δεξιά εξοπλισμός είτε για χειροκίνητη συμπίεση είτε μηχανικοί δονητές. (Minke Gernot)*

2.2.1.3 Ρευστός πηλός

Στην τεχνική αυτή υγρός πηλός, που περιέχει αρκετά αμμώδη αδρανή, χύνεται μέσα σε ξυλότυπο. Έχει εύκολη προετοιμασία, μικρή κατανάλωση σε ενέργεια και ευκολία στη χρήση. Προσφέρει ποικιλία εφαρμογών, από την προκατασκευή μονάδων μέχρι κατασκευή μονολιθικών τοίχων και δαπέδων. Λόγω της υψηλής περιεκτικότητας σε νερό προκαλείται έντονη ρηγμάτωση και συρρίκνωση κατά το στέγνωμα της κατασκευής, οπότε η τεχνική αυτή σπάνια χρησιμοποιείται. Οι δύο τρόποι κατασκευής με την τεχνική αυτή είναι είτε τμηματικά, παράγοντας τούβλα επιτόπου στη μάζα του τοίχου με τη χρήση καλουπιών, είτε μονολιθικά γεμίζοντας με το υγρό μείγμα ένα ξυλότυπο, οποίος αφαιρείται αφού στεγνώσει η κατασκευή.

2.2.1.4 Πηλός σε στοιβάδες / cob

Αυτή η κατασκευαστική τεχνική σε αντίθεση με τις υπόλοιπες δίνει τη δυνατότητα να διαμορφωθεί οποιοδήποτε σχέδιο στην κατασκευή. Χωρίς να απαιτούνται εργαλεία, καθώς το ανθρώπινο χέρι είναι το βασικό εργαλείο μορφοποίησης των τοίχων, αυτή η τεχνική είναι η πιο απλή και πιο πρωτόγονη. Οι κατασκευές που προκύπτουν έχουν οργανικά σχήματα, κυριαρχούν οι καμπύλες και οι θόλοι ενώ απουσιάζουν οι γωνίες. Δημιουργείται μείγμα πηλού με ίνες, κυρίως άχυρο για βελτίωση της συνοχής, το οποίο αναμιγνύεται με τα πόδια ή με σύγχρονο μηχάνημα και τέλος διαμορφώνεται σε μπάλες (σβώλος = cob). Αυτές στοιβάζονται ή πετιούνται με δύναμη η μία πάνω στην άλλη κατασκευάζοντας έτσι χοντρούς μονολιθικούς τοίχους πάχους συνήθως 40-60 εκατοστών. Όσο ανεβαίνουν καθ᾽ ύψος οι τοίχοι, τόσο μειώνεται και το πάχος τους. Για λόγους προστασίας από το νερό οι τοίχοι χτίζονται πάνω σε λίθινη βάση θεμελίωσης, η οποία θα είναι και ο οδηγός για τη διαμόρφωση του επιθυμητού πάχους. Η διαδικασία που ακολουθείται είναι η κατά μήκος διαμόρφωση στρώσης πηλού, η οποία δεν πρέπει να ξεπερνά τα 20-30 εκατοστά, διότι το υλικό καταρρέει κάτω από το ίδιο του το βάρος.[8]



Εικόνα 12. *Κύκλος παραγωγής πηλού σε στοιβάδες*

[8] Κέντρο Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης Φιλίππων, Σεμινάριο Φυσικής Δόμησης: *Ο άνθρωπος και η λάσπη…,Cob,* 2013

Η τεχνική cob έχει μικρές φέρουσες αντοχές και συνίσταται συνήθως σε μη σεισμογενείς περιοχές. Το μειονέκτημά της είναι ότι ακόμη και πηλός με 10-15% ποσοστό σε άργιλο εμφανίζει γραμμική συρρίκνωση 3-6% όταν ξηραίνεται. Όσο υψηλότερη είναι η περιεκτικότητα σε άργιλο και όσο περισσότερο νερό χρησιμοποιείται, τόσο μεγαλύτερη είναι η συρρίκνωση.[9]

Νερό και χώμα είναι τα κύρια συστατικά αυτής της τεχνικής και αν δεν είναι διαθέσιμα στο τόπο κατασκευής τότε οι ποσότητες που πρέπει να μεταφερθούν είναι σημαντικές.[10]

2.2.1.5 Πλάσιμο λεπτών τοίχων–επεξεργασία πηλού με τα χέρια - μορφοποιημένος πηλός

Στη συγκεκριμένη τεχνική σχηματίζονται λεπτοί τοίχοι, απευθείας την ώρα της κατασκευής, από υγρό πηλό χωρίς καλούπια, με οδηγό το ανθρώπινο χέρι. Λόγω του ότι βασικό εργαλείο είναι το ανθρώπινο χέρι υπάρχει μεγάλη αρχιτεκτονική ποικιλία, όμως μειονέκτημα της τεχνικής αυτής είναι η χαμηλή μηχανική αντοχή και η αδυναμία ελέγχου των ρωγμών συρρίκνωσης του υλικού.

Στη νότια Ινδία χρησιμοποιείται η τεχνική αυτή δημιουργώντας στρώσεις πάχους 2 με 4 εκατοστών. Καθώς το υλικό στεγνώνει γρήγορα στον ήλιο, ο τοίχος χτίζεται συνεχώς στρώση στρώση.

Στη βορειοανατολική Γκάνα η τεχνική αυτή χρησιμοποιείται υπό μορφή μπάλας που στοιβάζεται και πιέζεται, χτίζοντας κυκλικούς τοίχους (εικόνα 13α). Αφού ο τοίχος στεγνώσει, επιχρίεται και από τις δύο πλευρές και εξομαλύνεται με τη χρήση επίπεδων πετρών.

Στη βορειοδυτική Γκάνα κατασκευάζουν τοίχους πάχους 40 εκατοστών χρησιμοποιώντας μια παραδοσιακή τεχνική, στην οποία κάθε στρώση που δημιουργείται επικαλύπτει ελαφρώς την

[9] Gernot Minke, *Building with Earth*, σ.72
[10] Norton John, *Building with Earth: A Handbook*, 1986, σελ.30

προηγούμενή της (εικόνα 13γ). Τα δωμάτια αυτών των κατοικιών έχουν σχήμα ορθογώνιο με στρογγυλεμένες γωνίες.[11]

Στο Mousgoun του βόρειου Καμερούν έχουν τις "cases-obus" κατοικίες σχήματος ανεστραμμένου V ή κωνικής μορφής (εικόνα 13β). Σύμφωνα με τον αρχιτέκτονα Ronald Rael, συγγραφέα του βιβλίου "Earth Architecture", το σχέδιο τους εντάσσεται στη λογική του ¨καμπυλωτού τόξου- της ανεστραμμένης μορφής του τόξου μιας αλυσίδας – μια ιδανική μαθηματική μορφή¨ στην οποία το ίδιο το κτίσμα αντέχει το φορτίο του με την ελάχιστη χρήση υλικού. Λόγω του σχήματος αυτού, οι θόλοι είναι λεπτοί σχηματίζοντας τοίχους πάχους 5 με 7 εκατοστών. Στην εξωτερική τους όψη έχουν γεωμετρικά σχέδια, τα οποία παρέχουν στήριγμα για τους εργάτες που στέκονται πάνω τους την ώρα της κατασκευής και της συντήρησής τους. Ο συνολικός σχεδιασμός και το μεγάλο ύψος, σχεδόν 9 μέτρα, των κατασκευών διατηρούν τις κατοικίες δροσερές κατά τις ζεστές μέρες του καλοκαιριού. [12]

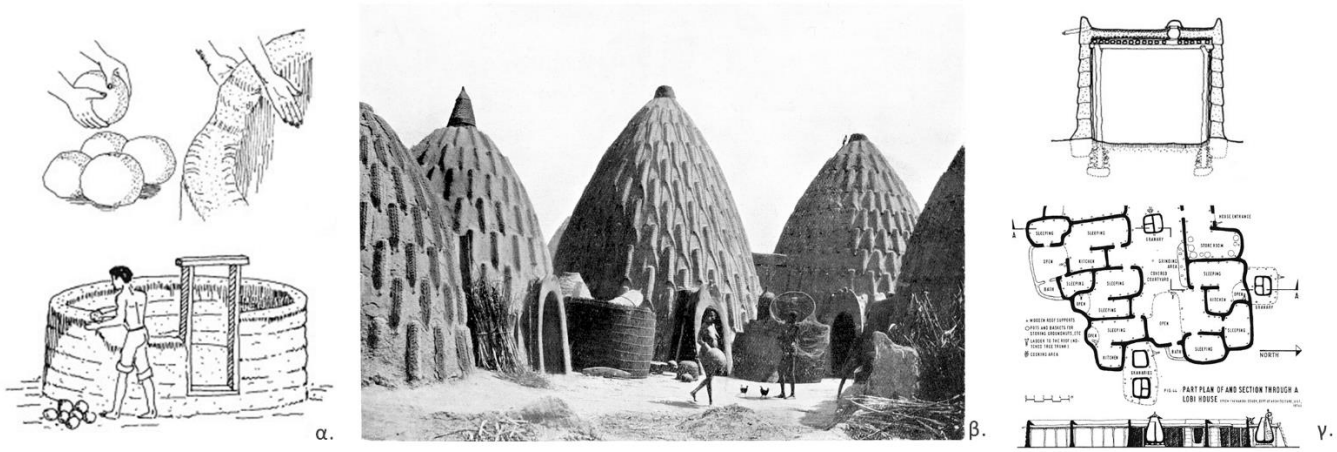
Μία άλλη περίπτωση τεχνικής χαρακτηρίζεται από τη χρήση φυτικών ινών. Σε αυτήν δεμάτια από μακριά άχυρα επικαλύπτονται με πηλό και τοποθετούνται σε λωρίδες περιμετρικά της κατασκευής διαμορφώνοντας λεπτούς τοίχους.[13]

---

[11] Gernot Minke, *Building with Earth, Design and Technology of Sustainable Architecture*, Birkhäuser – Publishers for Architecture, Basel – Berlin – Boston, σελ.72-73

[12] https://en.wikipedia.org/wiki/Musgum_mud_huts

[13] *Διερεύνηση πρακτικών δόμησης στις χωμάτινες κατασκευές, σ.48*



Εικόνα 13. α. *Τεχνική υπό μορφή μπάλας που στοιβάζεται στη ΒΑ Γκάνα,* ***β.*** *Συγκρότημα από cases-obus στο Βόρειο Καμερούν,* ***γ.*** *Τεχνική στην οποία κάθε στρώση πηλού επικαλύπτει ελαφρώς την προηγούμενη.*

2.2.1.6 Γέμισμα αντικειμένων με πηλό

Έτοιμα υλικά ή ανακυκλωμένα γεμίζονται με χώμα και αποτελούν δομικά στοιχεία διαφόρων κατασκευών. Τα πιο ελαφριά όταν γεμίζονται με χώμα γίνονται πιο σταθερά, ενώ σε υλικά σταθερά εξ αρχής με την προσθήκη χώματος ενισχύεται η θερμομόνωση και η ηχομόνωση τους. Η τεχνική αυτή είναι γνωστή για την εφαρμογή της σε κατασκευές εκτάκτου ανάγκης καθώς έχουν χαμηλό κόστος και δεν χρησιμοποιούνται εξεζητημένα υλικά.

Στην τεχνική δόμησης με **σάκους-γαιόσακοι (earthbags)** ελαφρώς υγρό χώμα συμπληρώνεται σε αυτούς και στοιβάζονται ο ένας πάνω στον άλλο με εναλλαγή των αρμών. Οι στρώσεις που προκύπτουν πιέζονται πολύ καλά για να απομακρυνθεί ο αέρας, έχοντας ως αποτέλεσμα συμπαγείς, γερούς τοίχους που αντέχουν όλων των ειδών τις καταπονήσεις, από άσχημες καιρικές συνθήκες μέχρι σφαίρες και βόμβες. Η τεχνική αυτή είναι πολύ παλιά και χρησιμοποιούνταν από τον στρατό σε οχυρωματικά έργα. Τέτοιου είδους κατασκευές χτίζονται γρήγορα και

απλά χωρίς ιδιαίτερο εξοπλισμό. Στη σύγχρονη μορφή της τεχνικής χρησιμοποιούνται δικτυωτοί σάκοι τροφίμων με το χιλιόμετρο, προσφέροντας στιβαρότητα στην κατασκευή χωρίς ενδιάμεσα συνδετικά στοιχεία, ευκολία στο χτίσιμο και καλύτερη διαπνοή του κτηρίου.[14]

Επίσης, μπορούμε να γεμίσουμε με χώμα **ανακυκλωμένα υλικά**, όπως είναι βαρέλια, μπουκάλια, ρόδες αυτοκινήτων χρησιμοποιώντας τα ως δομικές μονάδες. Για παράδειγμα, οι ρόδες γεμίζονται με χώμα, το οποίο πιέζεται καλά και στοιβαγμένες η μία πάνω στην άλλη δημιουργούν βαριούς και μονωμένους τοίχους, οι οποίοι επιχρίονται εσωτερικά και εξωτερικά.

2.2.2 Πηλός ως υλικό πλήρωσης - Κατασκευή

2.2.2.1 Γέμισμα αντικειμένων με πηλό

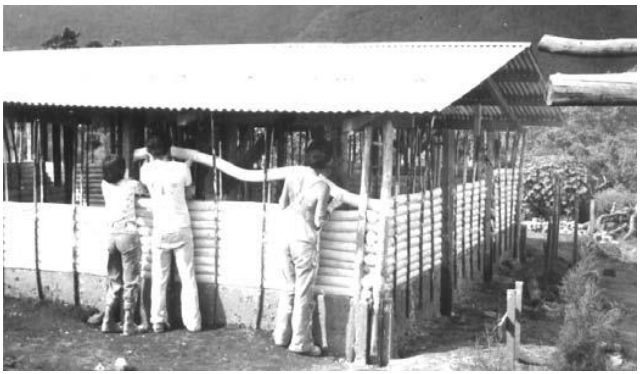
Ποικιλία έτοιμων υλικών που γεμίζονται με χώμα μπορούν να αποτελέσουν στοιχείο πλήρωσης διαφόρων κατασκευών.

Υφασμάτινοι σωλήνες γεμίζονται με ελαφρόπετρα ή αμμώδες χώμα. Το ύφασμα καλύπτεται με ασβέστη ώστε να αποφευχθεί η σήψη του, να σταθεροποιηθεί και να αδιαβροχοποιηθεί η επιφάνειά του. Στο πλαίσιο προγράμματος του Ερευνητικού Εργαστηρίου Πειραματικών Κτιρίων του Πανεπιστημίου της Γουατεμάλας, το 1978, κατασκευάστηκε κατοικία 55 τ.μ. από υφασμάτινους σωλήνες γεμισμένους με ελαφρόπετρα και χαλίκι. Ήταν διαμέτρου 10 εκατοστών και μήκους 1,70-2,80 μέτρων. Πρώτα βυθίζονταν σε ασβέστη για να αποφευχθεί η σήψη και έπειτα στοιβάζονταν σε πέτρινη θεμελίωση ενός μέτρου. Οι σωλήνες συμπιέζονταν, με αποτέλεσμα να έχουν τελικά ορθογώνια διατομή μεγέθους 8*10 εκατοστών με στρογγυλεμένες γωνίες. Εξωτερικά και από τις δύο πλευρές των σωλήνων υπήρχαν κάθετοι στύλοι μπαμπού ανά διαστήματα 0,45 μέτρων, οι οποίοι συνδέονταν με τα θεμέλια, την οροφή και τον ξύλινο σκελετό ανά 2,25 μέτρα, καθώς και

[14] https://cob.gr/ , *Τεχνικές Γαιόσακοι*

σύρμα. Όλα τα παραπάνω προσέφεραν την απαιτούμενη σταθερότητα. Με την ολοκλήρωση της κατασκευής περνούσαν ασβέστη εσωτερικά και εξωτερικά και έτσι προέκυπτε μια κατασκευή ανθεκτική στο νερό και σταθερή σε σεισμούς.[15] Κατά τη χρήση ελαφρόπετρας είναι καλό να ελέγχεται η ραδιενέργεια.[16]

α.


β.

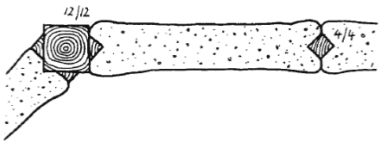
Εικόνα 14. α. *Βύθιση υφασμάτινου σωλήνα σε ασβέστη και* ***β.*** *τοποθέτηση του σε στρώσεις μέσα στον σκελετό.*

Η τεχνική με τους **υφασμάτινους σωλήνες** (σωλήνες με ελαστικό επίδεσμο), εξελίχθηκε από τον καθηγητή Gernot Minke και χρησιμοποιήθηκε το 1992 στη Γερμανία. Σε αυτήν γεμίζουμε τον ελαστικό υφασμάτινο σωλήνα με μείγμα πηλού. Για τη διαδικασία αυτή χρησιμοποιείται είτε αντλία είτε κάποιο χωνί. Γεμίζεται ο σωλήνας μέχρι το επιθυμητό μήκος, κόβεται και γίνεται κόμπος στο ύφασμα. Είναι εύκαμπτοι, οπότε και εύκολοι στη χρήση τους. Η επιφάνεια εξομαλύνεται με τα χέρια, αφήνεται για λίγο να στεγνώσει και έπειτα τοποθετείται στον τοίχο. Κολλά έτσι με την προηγούμενη στρώση και είναι πολύ εύκολο να δημιουργηθεί κάποιο σχέδιο ή γλυπτό. Ανά ημέρα μπορούν να στοιβάζονται τρεις με πέντε στρώσεις.[17]

---

[15] http://www.earthbagbuilding.com/articles/pumice.htm
[16] Καΐρη Ελένη, Κυρισφίνη Θεοδώρα, *Τεχνικές δόμησης με πηλό*, Ανέλιξη, σελ.9
[17] Gernot Minke, *Building with Earth*, σ.90

α.

β.


γ.

Εικόνα 15. α. *Ο Minke κατά τη διαδικασία κατασκευής με τους υφασμάτινους σωλήνες,* ***β.*** *Τελικό αποτέλεσμα τοίχου με εύκαμπτους σωλήνες 70 εκατοστών και* ***γ.*** *τα ξύλινα στοιχεία του τοίχου που στρέφονται κατά 45°.*

Η τεχνική με **πανιά από καμβά** κρεμασμένα από ξύλινο σκελετό είναι μία άλλη περίπτωση, η οποία προσφέρει τη δυνατότητα προκατασκευής αυτών των στοιχείων τοιχοποιίας από καμβά. Φθάνουν μέχρι το ύψος των 10 μέτρων και μπορούν να διπλωθούν και να μεταφερθούν εύκολα στο εργοτάξιο. Αφού τοποθετηθούν στον σκελετό, γεμίζονται με χώμα.[18]

Εικόνα 16. *Πανιά από καμβά και πειραματικό κτίριο που προορίζεται για σεισμογενείς περιοχές σε αναπτυσσόμενες χώρες*

[18] Gernot Minke, *Building with Earth*, σ.147

2.2.2.2 Πλήρωση ξύλινου σκελετού με πηλό

Σε αυτή την τεχνική χρησιμοποιείται αργιλώδες χώμα αναμεμειγμένο με ίνες, κυρίως με άχυρο. Πραγματοποιούνται πολλαπλές στρώσεις του υλικού μέχρι να συμπληρωθεί ο φέρων οργανισμός, που συνήθως είναι ξύλινος.

Η τεχνική **cob σε στύλους** είναι διαδεδομένη στις τροπικές χώρες. Σε αυτήν φέρων σκελετός από φυτικά υλικά, όπως ξύλο, μπαμπού, φοίνικες γεμίζεται με χώμα σε μικρό χρονικό διάστημα κατά τη διάρκεια ξηρής περιόδου. Το πάχος των τοίχων κυμαίνεται από 15 μέχρι 20 εκατοστά.[19]

Μπουκάλια από άχυρο είναι μία άλλη παραδοσιακή γερμανική τεχνική στην οποία δεσμίδες από άχυρο καλύπτονται από πηλό δημιουργώντας σχήμα μπουκαλιού. Αυτό τοποθετείται στον σκελετό που εκτός από τον βασικό ξύλινο έχει και επιπλέον κατακόρυφα ξύλινα στοιχεία σε απόσταση 15 με 20 εκατοστών το καθένα. Τα μπουκάλια πηλού πλέκονται στον σκελετό και ενώνονται το καθένα πάντα με τον προηγούμενο του. Λόγω της μεγάλης ποσότητας αχύρου η κατασκευή που προκύπτει έχει αυξημένη θερμομονωτική ικανότητα.[20]

Η τεχνική ρολών από πηλό εμφανίζεται κυρίως σε Γαλλία και Γερμανία. Σε αυτή την τεχνική, πηλός με άχυρο τυλίγονται γύρω από ξύλινους πήχεις, οι οποίοι στη συνέχεια αφήνονται να στεγνώσουν λίγο και τοποθετούνται οριζόντια σε ξύλινο σκελετό αποτελώντας το υλικό πλήρωσής του.

Ο **τσατμάς** είναι από τις αρχαιότερες κατασκευαστικές τεχνικές, η οποία έχει εφαρμογή και στην Ελλάδα. Σε ξύλινο φέρων σκελετό συμπληρώνεται ένας δευτερεύων, πάνω στον οποίο πλέκονται καλάμια ή κλαδιά. Μείγμα πηλού με άχυρο και ενδεχομένως ροκανίδι ή αιγότριχες πλέκεται και πιέζεται από τις δύο πλευρές του ξύλινου πλέγματος εξέχοντας από αυτό τουλάχιστον 2

---

[19] *Διερεύνηση πρακτικών δόμησης στις χωμάτινες κατασκευές, σ.58*
[20] *Διερεύνηση πρακτικών δόμησης στις χωμάτινες κατασκευές, σ.58*

εκατοστά. Ο τοίχος είναι λεπτός και ελαφρύς. Συνεπώς πρέπει να έχει καλυφθεί πολύ προσεκτικά με τον πηλό και να μην υπάρχουν ρωγμές, ώστε να διατηρηθεί στο πέρασμα των χρόνων.[21] Στην παραδοσιακή κατασκευή ο τσατμάς είναι συνήθως μη φέρων διαχωριστικός τοίχος του ισογείου και σχεδόν πάντα διαχωριστικός τοίχος του ορόφου. Αποτελεί επίσης τμήμα του κελύφους του ορόφου είτε ως εσωτερικό περίβλημα των φατνωμάτων είτε ως εξωτερικός φέροντας τοίχος στον νότο. Με αυτή την τεχνική τα φορτία στον ανώτερο όροφο μειώνονται σημαντικά.[22]

Επίσης, υπάρχει η περίπτωση ξύλινου σκελετού ο οποίος χωρίζεται με χιαστί αντηρίδες και πληρώνεται με ωμόπλινθους. Αυτή η περίπτωση τσατμά ανά περιοχές επιχρίεται ή παραμένει φανερή.[23]

Μία άλλη τεχνική είναι αυτή του **αχυροπηλού / straw-clay / light clay** στη οποία διογκωμένος αργιλούχος πηλός αναμειγνύεται με ξερό άχυρο. Ιδανικά το υλικό αφήνεται λίγο να ηρεμήσει, ώστε να ποτίσει το άχυρο και να έχει μια κολλώδης υφή. Στον ξύλινο φέροντα σκελετό της κατασκευής δημιουργείται ένας μικρότερος ξύλινος κάναβος. Σε αυτόν στερεώνονται καλούπια, περίπου 60 εκατοστών σε ύψος, στην εσωτερική και εξωτερική πλευρά του τοίχου διαμορφώνοντας το επιθυμητό πάχος του. Το υλικό τοποθετείται σε αυτά σε στρώσεις των 10-20 εκατοστών και πιέζεται. Η διαδικασία συνεχίζεται μέχρι να γεμίσει το καλούπι. Αφού ολοκληρωθεί η διαδικασία διαμόρφωσης ζώνης 60 εκατοστών περιμετρικά της κατασκευής, τα καλούπια αφαιρούνται και τοποθετούνται πιο ψηλά διαμορφώνοντας την επόμενη ζώνη. Με το πέρας της ολοκλήρωσης

---

[21] Gernot Minke, *Building with Earth, Design and Technology of Sustainable Architecture*, Birkhäuser – Publishers for Architecture, Basel – Berlin – Boston, σελ.80
Καΐρη Ελένη, Κυρισφίνη Θεοδώρα, *Τεχνικές δόμησης με πηλό*, Ανέλιξη
[22] http://fysiki-domisi.blogspot.com/p/blog-page_11.html
[23] *Διερεύνηση πρακτικών δόμησης στις χωμάτινες κατασκευές*, σ.58

των ζωνών συμπληρώνονται τυχόν κενά και έπειτα η κατασκευή αφήνεται να στεγνώσει πάρα πολύ καλά.

2.2.3 Κατασκευές με πλίνθους - Τοιχοποιία

2.2.3.1 Εξώθηση πηλού

Στην τεχνική αυτή χρησιμοποιείται αργιλώδες χώμα χωρίς μεγάλα αδρανή. Η τεχνική αναπτύχθηκε από το εργαστήριο BRL (Building Research Laboratory) στο Kassel της Γερμανίας το 1982 και ονομάστηκε «stranglehm». Μπορούν να κατασκευαστούν τοίχοι, θόλοι, τρούλοι ακόμα και ενσωματωμένα έπιπλα και είδη υγιεινής. Στο εργαστήριο δημιουργήθηκε μια συσκευή εξώθησης πηλού, που παράγει προφίλ υγρού πηλού διαστάσεων 8*16 εκατοστών σε τομή και μήκους 2 μέτρων, ανά λεπτό. Η αρχική του διάταξη ήταν κάθετη, όμως αργότερα έγινε οριζόντια αποδίδοντας 3 μέτρα το λεπτό. Το υλικό τοποθετείται μέσα στο μηχάνημα, το οποίο περιέχει δύο κυλίνδρους αντίθετης περιστροφής και αναμιγνύεται. Έπειτα συνεχίζει στο τμήμα με τα περιστρεφόμενα μαχαίρια για την τελική ανάμειξη. Κατόπιν πιέζεται το υλικό και εξωθείται από το ακροστόμιο σταθερής διατομής, σε συνεχόμενο ρολό πάνω σε ταινιόδρομο. Το μείγμα για την τεχνική αυτή πρέπει να έχει υψηλότερη περιεκτικότητα σε άργιλο από ότι τα rammed earth blocks. Περιεκτικότητα 15% σε άργιλο είναι επωφελής. Πηλός με χαμηλότερη περιεκτικότητα αργίλου προκαλεί ρωγμές στις γωνίες. Το υλικό πρέπει να βελτιστοποιείται ώστε το τελικό προφίλ να είναι αρκετά στεγνό για το χειρισμό του, αλλά αρκετά υγρό για να κολλήσει όταν στοιβάζεται στον τοίχο. Στη διάρκεια μιας ημέρας είναι εφικτό να στοιβάζονται 3 με 5 στρώματα, διότι προφίλ 2 μέτρων παρουσιάζουν συρρίκνωση περίπου 3%, οπότε είναι απαραίτητο να ξαναγεμίζονται οι ρωγμές που εμφανίζονται. Πιο αποτελεσματικά είναι προφίλ μήκους 70 εκατοστών, τα οποία δεν παρουσιάζουν συρρίκνωση και είναι πιο διαχειρίσιμα. Στην κατασκευή ενός σπιτιού ενδείκνυται να τοποθετείται το μηχάνημα εξώθησης στο κέντρο του ώστε να ελαχιστοποιούνται οι μετακινήσεις. Υπάρχουν διάφορες

δυνατότητες διαμόρφωσης εσωτερικών και εξωτερικών τοίχων με μικρού μήκους προφίλ. Σε εξωτερικό τοίχο, ο ενδιάμεσος χώρος μεταξύ δύο τοιχωμάτων από προφίλ μπορεί να γεμίσει με υλικό χαμηλής πυκνότητας, όπως κομμάτια φελλού, διογκωμένο άργιλο ή ελαφρόπετρα για αύξηση της θερμομόνωσης. Επίσης, τα δομικά στοιχεία μπορούν να τοποθετηθούν σε αυτό το χώρο.[24]

2.2.3.2 Κοπή δόμων / sod

Τον 17ο και 18ο αιώνα υπήρχε η τεχνική κοπής δόμων (sods) στη Σκανδιναβία και στην Αγγλία. Τα σπίτια κατασκευάζονταν από κομμάτια χώματος από το ανώτερο στρώμα του εδάφους. Το χώμα περιελάμβανε οργανική ύλη και φυτικά υλικά και ήταν συνεκτικό λόγω της ύπαρξης ριζών στο εσωτερικό του. Οι δόμοι χρησιμοποιούνταν ανεστραμμένοι για την κατασκευή τοίχων χωρίς κονίαμα. Στην Αμερική οι Ευρωπαίοι μετανάστες έφεραν αυτή την τεχνική αλλά ταυτόχρονα κάποιοι εμπνεύστηκαν από τις κατοικίες των ντόπιων Ινδιάνων.[25]

2.2.3.3 Σχηματισμός πλίνθων με τα χέρια

Ο σχηματισμός ωμόπλινθων με τα χέρια είναι ιστορικά και ο πιο παλιός. Εύπλαστος πηλός με προσθήκη αχύρου, αιγότριχας ή άλλων ινών για ενίσχυση, πλάθεται σε διάφορα σχήματα και αφήνεται να στεγνώσει στον ήλιο.

Η τεχνική των κυλινδρικών ωμόπλινθων ήταν γνωστή στη Βόρεια Αφρική. Ο Γερμανός ιεραπόστολος Gustav von Bodelschwingh εμπνεύστηκε από αυτήν και με την επιστροφή του στη Γερμανία την προσάρμοσε στις τοπικές συνθήκες και έφτιαξε μια νέα, δίνοντας το όνομα του χωριού Dünne ("Dünne loam loaf") που εφαρμόστηκε για πρώτη φορά. Οι κυλινδρικοί

[24] Gernot Minke, *Building with Earth*, σ.75-78
[25] Gernot Minke, *Building with Earth*, σ.62

ωμόπλινθοι στοιβάζονται στην τοιχοποιία χωρίς κονίαμα και σε κάθε έναν γίνεται μια κωνική οπή στην εξωτερική πλευρά με το δάχτυλο για την καλύτερη πρόσφυση του επιχρίσματος. Ανά ημέρα τοποθετούνται 3 με 5 στρώσεις και μόλις ολοκληρωθεί και στεγνώσει ο τοίχος, τότε τοποθετείται ασβεστοκονίαμα πάχους αρκετών στρώσεων. Το πρώτο τέτοιο σπίτι χτίστηκε το 1925 και στα επόμενα πέντε χρόνια περισσότερα από 300 σπίτια χτίστηκαν από ομάδες ανέργων και οικογένειες.[26]

2.2.3.4 Σχηματισμός πλίνθων με χρήση καλουπιών / adobe

Οι ωμοί πλίνθοι είναι από τα πιο διαδεδομένα δομικά υλικά και ένας από τους πιο ευέλικτους τρόπους χρήσης της γης στην κατασκευή. Έχουν χρησιμοποιηθεί επί αιώνες για τη δημιουργία κάθε είδους οικιστικού και δημόσιου κτηρίου. Σε αυτά συμπεριλαμβάνονται σημαντικά φρούρια, παλάτια, τάφοι και ναοί αποδεικνύοντας στο πέρασμα των χρόνων τη διαχρονικότητα των κατασκευών αυτών αλλά και την ανθεκτικότητα του υλικού σε διαφορετικές περιοχές και κλίματα. [27]

Η χρήση των ωμοπλίνθων παρέχει πολλά πλεονεκτήματα στην κατασκευή. Ένα σημαντικό πλεονέκτημα είναι ότι η δημιουργία αυτών των τούβλων μπορεί να πραγματοποιηθεί στην πηγή των πρώτων υλών και στη συνέχεια να μεταφερθούν στο εργοτάξιο μειώνοντας το κόστος μεταφοράς χώματος και νερού. Για την παραγωγή οικοδομικών πλίνθων δεν απαιτείται ιδιαίτερος εξοπλισμός.

Το υλικό δίνει τη δυνατότητα ευελιξίας στη διαμόρφωση μεγέθους και σχήματος της κατασκευής.

Όσον αφορά τη σύσταση και την τεχνική των ωμοπλίνθων, αυτοί έχουν κανονικό ορθογώνιο σχήμα επιλέγοντας κάθε φορά ανάλογα με την κατασκευή τον κατάλληλο. Σε πολλές

---

[26] Gernot Minke, *Building with Earth*, σ.74
[27] Norton John, *Building with Earth*, σ.30

περιπτώσεις χρησιμοποιούνται μεγάλων διαστάσεων πλίνθοι για να καλύψουν όλο το πάχος ενός τοίχου που βρίσκεται σε ισόγειο χώρο. Επομένως, είναι πολύ πιο εύκολη και γρήγορη η κατασκευή του. Για να ισχύει αυτό και στα επόμενα επίπεδα της κατασκευής, οι διαστάσεις των πλίνθων μικραίνουν κατ' επέκταση και ο τοίχος. Για τις ανάγκες των κτισμάτων δημιουργούνται περισσότερα από ένα καλούπια, τα οποία είναι συνήθως ξύλινα ή μεταλλικά πλαίσια ανοιχτά πάνω και κάτω με λαβές στα πλάγια. Τα καλούπια μπορεί να είναι μονά, διπλά, τριπλά αυξάνοντας κάθε φορά την ποσότητα που μπορεί να παράγει ένας άνθρωπος καθημερινά.

Παράδειγμα δόμησης με πλίνθους αποτελεί η πόλη Shibam στην Υεμένη, της οποίας τα κτήρια φθάνουν τους δέκα ορόφους και η κάτοψη τους είναι συνήθως τετράγωνη. Οι ωμόπλινθοι κατασκευάζονται με ξύλινα καλούπια σε μεγάλες εκτάσεις στα περίχωρα της πόλης. Τα καλούπια που χρησιμοποιούν διαφέρουν σε μέγεθος, διότι για τους πρώτους δύο ορόφους έχουν διπλά καλούπια διαστάσεων περίπου 7*32*46 εκατοστών, για τον τρίτο και τέταρτο 7*25*43 εκατοστών και για τον πέμπτο 7*20*43 εκατοστών. Όσο υψώνεται το κτήριο, τόσο μειώνεται το πάχος του τοίχου και το ύψος του ορόφου.[28]

***Εικόνα 17**. Ο ιστορικός πυρήνας της πόλης Shibam της Υεμένης, που καλύπτει περίπου 20.000 τ.μ. Τα σπίτια μοιάζουν με ουρανοξύστες και χρονολογούνται από το 15ο αιώνα.*

[28] *Διερεύνηση πρακτικών δόμησης στις χωμάτινες κατασκευές, σ.34,35*

Το υλικό

Για την παραγωγή του μείγματος που θα μπει στα καλούπια απαιτείται η εύρεση κατάλληλου χώματος και ινών. Το χώμα που συλλέγεται πρέπει να αντλείται τουλάχιστον 60 εκατοστά υπό την επιφάνεια του εδάφους, ώστε να αποφεύγονται οργανικά κατάλοιπα και απορρίμματα. Κόκοι μεγαλύτεροι από 10 χιλιοστά πρέπει να αποφεύγονται και γι' αυτό το χώμα κοσκινίζεται πριν τη χρήση.

Τα δύο στοιχεία του χώματος που μας ενδιαφέρουν είναι η περιεκτικότητά του σε άμμο και άργιλο. Όταν είναι υψηλή η περιεκτικότητα σε άμμο τότε μειώνεται η απορρόφηση της υγρασίας ενώ βελτιώνεται η αντοχή στην τριβή. Παρόλα αυτά αμμώδη εδάφη δεν έχουν επαρκή συνεκτική αντοχή. Αντίθετα, όταν η περιεκτικότητα σε άργιλο είναι υψηλή τότε παρέχεται συνεκτική αντοχή. Οφείλουμε να τονίσουμε όμως την ευαισθησία του αργίλου στο νερό, καθώς διογκώνεται με τη προσθήκη αυτού, ενώ συρρικνώνεται και ραγίζει με την απουσία του. Κρίνεται λοιπόν αναγκαίο να επιλεγεί ένα χώμα που να συνδυάζει αυτά τα δύο στοιχεία προσφέροντας το ιδανικό τούβλο σε κάθε περίπτωση.

Υπάρχει δυνατότητα προσθήκης άμμου εάν το χώμα είναι αρκετά αργιλώδες. Προστίθεται επίσης άχυρο για τη μείωση των ρωγμών κατά την ξήρανση, τη βελτίωση της αντοχής στον εφελκυσμό και την ελάττωση του τελικού βάρους του τούβλου.

Ίνες που μπορούν να προστεθούν είναι άχυρο, φύκια ή φύλλα δέντρων ανάλογα με τη διαθεσιμότητα κάθε τόπου. Μερικές φορές στο παρελθόν το μείγμα περιείχε πέτρες ή κομματάκια από όστρακα αγγείων για την ενίσχυση του τελικού μείγματος.

Απαραίτητο στοιχείο για το μείγμα ωμοπλίνθων είναι το νερό, που καθορίζεται ανάλογα με τις δοκιμές που έχουν πραγματοποιηθεί στο εκάστοτε χώμα. Η περιεκτικότητα σε υγρασία

κυμαίνεται μεταξύ 15-30%. Η πηγή νερού πρέπει να βρίσκεται πολύ κοντά στον χώρο παραγωγής ωμοπλίνθων.[29]

Παραγωγή

Διαμορφώνουμε το χώμα σε σχήμα μικρού λόφου και σχηματίζουμε έναν λάκκο στον όποιο τοποθετούμε νερό. Αυτά τα δύο στοιχεία, δηλαδή νερό και χώμα αναμειγνύονται είτε με τα πόδια είτε με τη βοήθεια ζώων όπως αγελάδων ή βοοειδών. Έπειτα προσθέτουμε την ίνα και συνεχίζουμε την ανάμειξη. Δεν υπάρχει συγκεκριμένη αναλογία στα υλικά. Κάθε φορά εξαρτάται από τη σύσταση των υλικών και την κατασκευή που θέλουμε να φτιάξουμε. Πριν γίνει η μαζική παραγωγή ωμοπλίνθων, πραγματοποιούνται διάφορες αναλύσεις είτε εργαστηριακές για περισσότερη λεπτομέρεια είτε στο χώρο εργασίας, που μας δείχνουν την ποσότητα και ποιότητα του χώματος σε άργιλο και γενικά την καταλληλόλητα του ως δομικό υλικό.

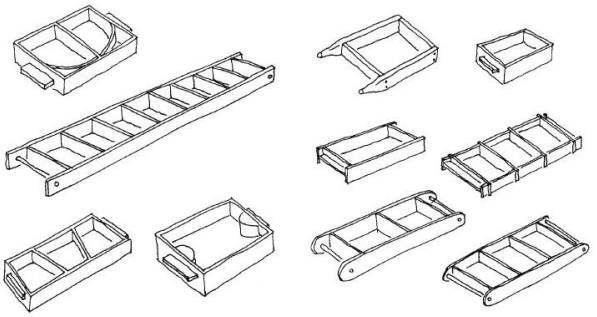
Μετά την ολοκλήρωση των δοκιμών του επιλεγμένου χώματος φτιάχνονται πλίνθοι με διάφορες αναλογίες χώματος, φυσικής ίνας και νερού. Αφήνονται να στεγνώσουν και επιλέγεται η κατάλληλη σύσταση με βάση το αποτέλεσμα που έχει παραχθεί, την αντοχή και τις ρωγμές που διακρίνονται.

Η διαδικασία που ακολουθείται είναι η τοποθέτηση λίγης άμμου ή φύλλων δέντρου στο επίπεδο μέρος που θα πραγματοποιηθεί η παραγωγή ωμοπλίνθων για να μην κολλήσουν στο έδαφος. Αρχικά βρέχονται τα καλούπια, τοποθετείται το μείγμα μέσα σε αυτά και πιέζεται ώστε να εισχωρήσει σε όλο το καλούπι. Στη συνέχεια λειαίνεται η επιφάνειά τους και αφαιρούνται κατακόρυφα προς τα πάνω με προσοχή, διαδικασία που επαναλαμβάνεται για όλο το μείγμα. Οι πλίνθοι αφήνονται στον ήλιο και έπειτα από κάποιες μέρες τοποθετούνται κατακόρυφα έως ότου στεγνώσουν τελείως και είναι έτοιμοι για χρήση.

[29] Norton John, *Building with Earth*, σ.32

Υπάρχει μία εναλλακτική τεχνική που εντοπίζεται στις βορειοδυτικές ΗΠΑ για μικρής κλίμακας κατασκευές, στις οποίες χρησιμοποιούνται καλούπια μεγάλων διαστάσεων. Αυτά μπορεί να είναι 3*3 μέτρα και το μείγμα που τοποθετείται μέσα είναι πιο ρευστό. Το καλούπι μπορεί να είναι διαχωρισμένο σε μικρότερα τμήματα ή εφόσον αφαιρεθεί κόβεται στα επιμέρους κομμάτια. Το σημαντικό σε αυτή την τεχνική είναι η καλή γνώση του υλικού, ώστε να επιτευχθεί μείγμα με καλή συνοχή.[30]

α.



β.

Εικόνα 18. α. *Καλούπι μεγάλων διαστάσεων και* ***β.*** *διάφοροι τύποι καλουπιών για παραγωγή πλίνθων*

Περίοδος ξήρανσης

Προκειμένου να εξασφαλιστεί η ομοιόμορφη και βαθμιαία ξήρανση των τούβλων είναι προτιμότερο να αφήνονται στη σκιά, για να μην εξατμίζεται πολύ γρήγορα το νερό που περιέχουν. Έτσι αποφεύγονται οι ρωγμές και τα εύκολα σπασίματα. Αφού περάσουν λίγες μέρες, τοποθετούνται στον ήλιο και αφαιρούνται τα τούβλα με τις μεγάλες ρωγμές. Αυτά θρυμματίζονται και

[30] *Διερεύνηση πρακτικών δόμησης στις χωμάτινες κατασκευές, σ.36*

επιστρέφουν σε νέο μείγμα. Στη συνέχεια στοιβάζονται για μετέπειτα χρήση ή μεταφορά. Αφού ολοκληρωθεί η ξήρανσή τους είναι έτοιμα για χρήση.

Τοποθέτηση

Για την τοποθέτηση και δημιουργία ενός τοίχου από ωμόπλινθους χρησιμοποιείται ένα κονίαμα παρόμοιο με το μείγμα για τους πλίνθους. Πριν τη χρήση η ωμόπλινθος βρέχεται ώστε να δημιουργηθεί επιφάνεια κατάλληλη να δεχτεί το κονίαμα και να γίνουν μία μάζα. Αν δεν βραχεί η πλίνθος, τότε θα απορροφήσει όλη την υγρασία του κονιάματος προκαλώντας συρρίκνωση και αδυναμία στην ένωση. Κονίαμα τοποθετείται στις οριζόντιες και κατακόρυφες ενώσεις μεταξύ των πλίνθων. Σημαντικός είναι ο τρόπος κατασκευής ενός τοίχου καθώς δεν πρέπει να υπάρχουν συνεχόμενοι κατακόρυφοι αρμοί κονιάματος και ανάλογα με το πάχος του τοίχου ρυθμίζεται και η κατεύθυνση τοποθέτησης της πλίνθου. Έτσι επιτυγχάνεται συνοχή και δημιουργείται μια συμπαγής μάζα ανθεκτική στις δυνάμεις που της ασκούνται.

2.2.3.5 Συμπιεσμένες ωμόπλινθοι

Η χειρωνακτική παραγωγή ωμοπλίνθων συμπιέζοντας χώμα μέσα σε ξύλινα ή μεταλλικά καλούπια είναι αρκετά παλιά τεχνική, που πλέον χρησιμοποιείται σπάνια λόγω του ότι αποτελεί δύσκολη και χρονοβόρα διαδικασία. Οι τεχνικές για την παραγωγή συμπιεσμένων ωμοπλίνθων ήταν γνωστές στην Ευρώπη. Το 1789 ο Γάλλος αρχιτέκτονας François Cointreaux κατασκεύασε χειροκίνητη πρέσα παραγωγής ωμοπλίνθων για επίτευξη πιο ομοιόμορφου και ελέγξιμου αποτελέσματος. Έχουν επινοηθεί και άλλου είδους πρέσες, οι οποίες απαιτούν 3 με 5 άτομα για τον χειρισμό τους. Ωστόσο, η ημερήσια παραγωγή κατά άτομο είναι λιγότερη από την παραδοσιακή μέθοδο με καλούπια. Το πλεονέκτημα αυτής της μεθόδου είναι ότι απαιτείται λιγότερη ποσότητα νερού και

έτσι οι πλίνθοι μπορούν να τοποθετηθούν απευθείας στην κατασκευή. Μειονέκτημα αποτελεί το γεγονός ότι για τη σταθεροποίηση των πλίνθων χρησιμοποιείται τσιμέντο σε ποσοστό 4-8% στο μείγμα, ώστε να έχουν επαρκή αντοχή σε θλίψη και νερό. Πλήρως αυτοματοποιημένες πρέσες έχουν κατασκευαστεί και μπορούν να παράγουν 1.500 έως 4.000 πλίνθους ημερησίως. Δυστυχώς όμως το κόστος τους είναι υψηλό και η συντήρησή τους δύσκολη.[31]

α.

β.

Εικόνα 19. α. *Συμπίεση πλίνθων με χρήση χειροκίνητης πρέσας και* ***β.*** *Μηχάνημα αυτόματης παραγωγής συμπιεσμένων πλίνθων.*

2.2.4 Ο πηλός ως τελική επίστρωση

2.2.4.1 Επιχρίσματα Σοβάδες

Τα επιχρίσματα είναι απαραίτητα στις εσωτερικές και εξωτερικές επιφάνειες των κατασκευών. Στις εξωτερικές επιφάνειες ο σοβάς προστατεύει από τις καιρικές συνθήκες και την εισχώρηση του νερού στο εσωτερικό της κατασκευής, αλλά ταυτόχρονα δημιουργεί κατάλληλη επιφάνεια για ενδεχόμενο βάψιμο. Ο σοβάς στις εσωτερικές επιφάνειες δημιουργεί έναν λιγότερο τραχύ τοίχο, ο οποίος δεν τρίβεται, επομένως δεν προκαλείται σκόνη. Οι χωμάτινοι τοίχοι έχουν την ιδιότητα της

[31] Gernot Minke, *Building with Earth*, σ. 63,64

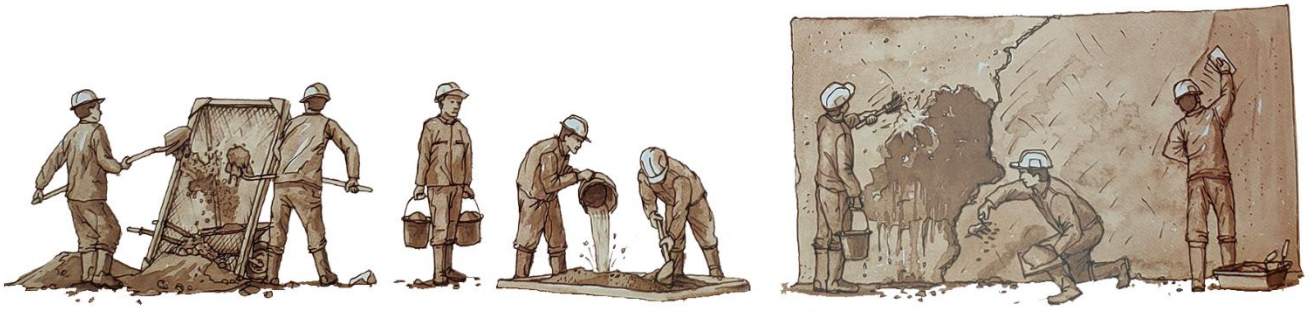
διαπνοής, οπότε το επίχρισμα πρέπει να συμπεριφέρεται ανάλογα. Δύο είναι οι βασικές κατηγορίες φυσικών επιχρισμάτων που διαπνέουν, αυτά με βάση το χώμα και αυτά με βάση τον ασβέστη. Μπορεί να γίνει και συνδυασμός τους.

Στην παραδοσιακή αρχιτεκτονική, σε περιοχές όπου έχτιζαν με ωμόπλινθους τα επιχρίσματα κατασκευάζονταν από το ίδιο χώμα αλλά ήταν καλά κοσκινισμένα, με προσθήκη κοπριάς αγελάδων, λεπτοκομμένου άχυρου ή ζωικών τριχών για την ενίσχυσή του. Μερικές φορές προσέθεταν και ασβέστη. Το πάχος τους ήταν 3 εκατοστών. Για τη στερέωση του επιχρίσματος χρησιμοποιούσαν διάφορες τεχνικές. Τοποθετούσαν θραύσματα κεραμιδιών στο συνδετικό κονίαμα των ωμόπλινθων και το άφηναν να προεξέχει από το κατακόρυφο επίπεδο του τοίχου ή τοποθετούσαν καρφιά στον τοίχο και έπλεκαν σύρμα σε αυτά. Η σύγχρονη μορφή του είναι το έτοιμο πλέγμα που μπορεί ενδεχόμενα να χρησιμοποιηθεί και στερεώνεται στον τοίχο.[32]

Οι χωμάτινοι σοβάδες που χρησιμοποιούμε σήμερα αποτελούνται από τρία βασικά συστατικά που είναι το συνδετικό υλικό, τα αδρανή και το νερό. Στους συγκεκριμένους σοβάδες ο πηλός λειτουργεί ως συνδετικό υλικό. Επίσης, η προσθήκη ινών αυξάνει τη σταθερότητα του σοβά και μειώνει την πιθανότητα συρρίκνωσής του. Η κοκκομετρία των αδρανών παίζει σημαντικό ρόλο στη διαμόρφωση των στρώσεων και στην ποιότητα του σοβά. Οι περισσότερες επιφάνειες εφόσον προετοιμαστούν κατάλληλα μπορούν να επιχριστούν με φυσικούς σοβάδες. Προϋποθέσεις είναι οι επιφάνειες να είναι απαλλαγμένες από τσιμεντοκονιάματα που διακόπτουν τη διαπνοή του υλικού, από πλεονάζουσα υγρασία και άλατα, από παλαιότερες στρώσεις σοβάδων και από σκόνη. Απαραίτητο είναι οι επιφάνειες να μην είναι υπερβολικά λείες ή υγρές και ξηρές, καθώς ο σοβάς δε θα είναι σταθερός και θα έχει ρηγματώσεις. Συνήθως οι στρώσεις

[32] Μιχαλάκης Κωνσταντίνος, σ.149-150

επιχρισμάτων που εφαρμόζονται είναι τουλάχιστον τρεις, αναλόγως βέβαια την επιφάνεια και το τελικό επιθυμητό αποτέλεσμα. Η πρώτη στρώση του σοβά είναι αυτή που ομοιογενοποιεί την επιφάνεια. Το πάχος της κυμαίνεται περίπου από 8 έως 15 χιλιοστά και ενισχύεται με φυτικές ίνες αποτρέποντας έτσι τις ρηγματώσεις. Η δεύτερη στρώση είναι αυτή που ομαλοποιεί την επιφάνεια, εφαρμόζεται αφού έχει στεγνώσει η προηγούμενη και καλύπτει πιθανά σκασίματα. Το πάχος της κυμαίνεται από 4 έως 8 χιλιοστά και μπορεί να ενισχυθεί με ψιλοκομμένες φυτικές ίνες όπως άχυρο, λινάρι ή κάνναβης. Η τελική στρώση είναι η πιο λεπτή σε πάχος και η πιο λεπτόρρευστη. Μπορεί να είναι διακοσμητική και σ 'αυτήν διαμορφώνονται το τελικό χρώμα και πιθανά χαρακτικά σχέδια με την τεχνική του sgraffito. Όπως σε όλες τις τεχνικές και εφαρμογές του πηλού, έτσι και εδώ τα αναγνωριστικά τεστ είναι απαραίτητο βήμα καθώς επίσης και η εύρεση της αναλογίας των υλικών για τη διαμόρφωση της κάθε στρώσης.



Εικόνα 20. *Διαδικασία κατασκευής επιχρίσματος με βάση το χώμα.*

Εικόνα 21. *Διάφορες αναλογίες των υλικών χώμα, άμμο, άχυρο για την εύρεση του κατάλληλου μείγματος για το σοβά (προσωπικό αρχείο, 2019)*

*ΙΝΕΣ (**Ι**)*

		B0	B1	B2	B3	B4
	A0	ΧΩΜΑ (**X**)	1**X**+1/10 **I**	1**X** +1/3 **I**	1**X**+2/3 **I**	1**X**+1**I**
ΑΜΜΟΣ (**A**)	A1	2 **X**+ 1**A**	2**X**+1**A**+3/10**I**			
	A2	1**X**+1**A**		1**X**+1**A**+2/3**I**		
	A3	1**X**+2**A**			1**X**+2**A**+2**I**	
	A4	1**X**+3**A**				1**X**+3**A**+4**I**

Εικόνα 22. *Πίνακας διαμόρφωσης αναλογιών χώματος, άμμου, άχυρου. Αυτός ο πίνακας διαμορφώνεται από το εκάστοτε μείγμα στην επιφάνεια που θέλουμε να τοποθετήσουμε το επίχρισμα. Αφήνεται να στεγνώσει και ύστερα παρατηρούμε το καθένα και επιλέγουμε το κατάλληλο.*

2.2.4.2 **Δάπεδα** Χωμάτινα Πατώματα

Το χωμάτινο δάπεδο αποτελείται από πολλά διαδοχικά επίπεδα συμπιεσμένου αργιλοχώματος. Είναι μείγματα παρόμοια με αυτά της τεχνικής cob. Το συνολικό του πάχος είναι το ελάχιστο 40 εκατοστά. Όπως το cob έτσι και το χωμάτινο πάτωμα έχουν μεγάλη θερμοχωρητική ικανότητα. Το δάπεδο αποθηκεύει τη θερμότητα του ηλίου που προσπίπτει μέσω των ακτίνων κατά τους χειμερινούς μήνες και την αποδίδει ομοιόμορφα τις βραδινές ώρες. Λειτουργεί δηλαδή σαν ένα ενδοδαπέδιο σύστημα θέρμανσης.[33]

Η γνώση και η κατανόηση τόσο των ιδιοτήτων και χαρακτηριστικών του πηλού όσο και των κατασκευαστικών του τεχνικών είναι από τα σημαντικότερα βήματα για να μπορέσει κανείς να κατανοήσει με ποιους τρόπους θα μπορούσε το υλικό αυτό να αξιοποιηθεί σήμερα. Τα επόμενα απαραίτητα βήματα είναι οι πειραματισμοί με το υλικό και οι πρακτικές του εφαρμογές σε κλίμακα 1:1. Η εμπειρία μέσα από τις κατασκευές και η επαφή με ανθρώπους που ασχολούνται με τη φυσική δόμηση με χώμα κρίνεται αναγκαία για κάποιον που επιθυμεί να ασχοληθεί περισσότερο με το χώμα ως δομικό υλικό. Στη συνέχεια, παρουσιάζονται κάποια στοιχεία από κατασκευές με πηλό που υλοποιήθηκαν σε περιοχές της Ελλάδας για την περαιτέρω διερεύνηση του υλικού.

2.3 **Διδάγματα από κατασκευές πηλού σε κλίμακα 1:1 στην Ελλάδα**

Για να κατανοηθεί καλύτερα το υλικό του πηλού, η διαδικασία που ακολουθείται για τη χρήση του ως δομικό υλικό και οι τεχνικές που χρησιμοποιούνται πιο διαδεδομένα, ήταν αναγκαία η άμεση επαφή και η πρακτική άσκηση με αυτό. Μέσα από τα διάφορα σεμινάρια και τις κατασκευές που

[33] Κέντρο Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης Φιλίππων, Σεμινάριο Φυσικής Δόμησης: *Ο άνθρωπος και η λάσπη.,Cob,* Μάρτιος 2013

πραγματοποιήθηκαν κυρίως στην Κρήτη έγινε κατανοητό το ευρύ φάσμα των τεχνικών, οι δυνατότητες του τοπικού χώματος, καθώς επίσης και η δυνητική εφαρμογή του σε διαφορετικής κλίμακας και χρήσης κατασκευές, από αστικό εξοπλισμό (καθιστικά, πάγκοι, φούρνο), έως μια σύγχρονη κατοικία.

Το πιο σημαντικό βήμα σε όλες τις κατασκευές που πραγματοποιήθηκαν και κατ 'επέκταση στη σύγχρονη δόμηση με πηλό είναι η εύρεση και η κατανόηση των ιδιοτήτων των πρώτων υλών και κυρίως του χώματος και του άχυρου. Σε όλες τις κατασκευές επιλέχθηκε χώμα της ευρύτερης περιοχής που είχε ικανοποιητική ποσότητα σε άργιλο. Ιδίως όταν πρόκειται για κατασκευή κτηρίου μεγάλης κλίμακας το ιδανικό, εφόσον πληρούνται τα βασικά τεχνικά του κριτήρια, είναι να χρησιμοποιηθεί το χώμα της εκσκαφής. Το επόμενο απαραίτητο στάδιο είναι τα αναγνωριστικά τεστ όπως παρουσιάστηκαν στο κεφάλαιο 2.1.2 , για να δούμε αν το επιλεγμένο χώμα είναι κατάλληλο για τη συγκεκριμένη κατασκευή. Πρέπει να σημειωθεί ότι δεν υπάρχει πάντα η δυνατότητα των εργαστηριακών μετρήσεων, διότι δεν υπάρχουν αρκετά εργαστήρια στον ελλαδικό χώρο που να ασχολούνται με το υλικό του πηλού. Είναι, επίσης, μια διαδικασία κοστοβόρα και χρονοβόρα η οποία αντιτίθεται στη λογική που επικρατεί σε αυτού του τύπου τις κατασκευές, οι οποίες λειτουργούν με τη φιλοσοφία της οικολογικής δόμησης και του χαμηλού κόστους, δηλαδή μπορεί να συμμετάσχει ανειδίκευτο εργατικό προσωπικό ή ακόμα και ο ίδιος ο ιδιοκτήτης και όχι με τη λογική της εκβιομηχάνισης του υλικού. Η εργαστηριακή ανάλυση δεν απαιτείται, ακόμα τουλάχιστον, από κάποιον κανονισμό αλλά οι επιτόπιοι έλεγχοι είναι απαραίτητοι στο στάδιο της προμελέτης ενός κτηρίου. Αυτοί οι επιτόπιοι έλεγχοι πάντα πραγματοποιούνται όχι μόνο για την ανάλυση του πηλού αλλά και για την εύρεση της αναλογίας των υλικών που απαιτούνται για την κάθε τεχνική. Για παράδειγμα φτιάχνονται πλιθιές διαφορετικής αναλογίας σε πηλό, άμμο, άχυρο για να βρεθεί η κατάλληλη σύσταση που απαιτείται για την εκάστοτε κατασκευή. Αντίστοιχα, γίνονται δοκίμια από πεπιεσμένη γη ή αν πρόκειται για σοβά πρέπει να βρεθεί ο κατάλληλος για την κάθε στρώση από

την πρώτη που είναι πιο «άγρια» στην υφή (π.χ. από τις δοκιμές για τη δημιουργία σοβά σε εργαστήριο ακολουθήθηκε η αναλογία μείγματος ασβέστη, άμμο, χώμα, άχυρο: 1,3,2,1), μέχρι την τελευταία που είναι πιο λεία και λεπτόρρευστη (π.χ. αναλογία μείγματος ασβέστη, άμμο, χώμα, μαρμαρόσκονη: 1,2,1,1) και αναλόγως αν πρόκειται για εξωτερική ή εσωτερική χρήση η σύσταση διαφοροποιείται. Για περισσότερες λεπτομέρειες και φωτογραφικό υλικό σε σχέση με τις κατασκευές που πραγματοποιήθηκαν υπάρχει το παράρτημα στο τέλος της εργασίας.

Μέσα από τη συμμετοχή στις συγκεκριμένες κατασκευές έγινε αντιληπτό ότι ο πηλός είναι ένα ευχάριστο και διαχειρίσιμο υλικό, που δουλεύεται με χέρια και πόδια και είναι «φιλικό» προς οποιονδήποτε ενδιαφέρεται να ασχοληθεί ανεξαρτήτως εμπειρίας. Επίσης, είναι φιλικό και προς το περιβάλλον και όπως διαπιστώσαμε εύκολα ανακυκλώνεται και γίνεται εκ νέου δομικό υλικό. Πέρα του περιβαλλοντικού οφέλους υπάρχει μείωση του κόστους κατασκευής κυρίως στις περιπτώσεις συμμετοχικού σχεδιασμού από τους ίδιους τους ιδιοκτήτες, ενώ ακόμα λόγω της μη ύπαρξης τυποποίησης και εξειδικευμένου εργατικού δυναμικού και οικοδομικού εξοπλισμού το κόστος σε εργατοώρες δεν μπορεί να μειωθεί. Είναι, τέλος, σημαντικό να αναφερθεί ότι υπάρχουν στο εξωτερικό πιστοποιημένες τεχνικές σχολές εκμάθησης κατασκευών με πηλό τόσο σε πρακτικό όσο και σε θεωρητικό επίπεδο.

Εικόνα 23*. Κατασκευή εξωτερικού φούρνου και πάγκου κουζίνας στο χωριό Τσιβαρά, Δήμος Αποκορώνου, Χανιά Κρήτης (προσωπικό αρχείο, 2019)*

ΚΤΙΣΜΑΤΑ ΑΠΟ ΠΗΛΟ

3. ΚΤΙΣΜΑΤΑ ΑΠΟ ΠΗΛΟ, τότε και τώρα στην Ελλάδα

Η αρχιτεκτονική με πηλό τα τελευταία χρόνια συνεχώς εξελίσσεται. Το υλικό του πηλού διερευνάται από αρκετές χώρες διότι αποτελεί το πλέον κατάλληλο για βιώσιμες οικολογικές κατασκευές που εναρμονίζονται με τα νέα πρότυπα δόμησης. Οι σύγχρονες ανάγκες εστιάζουν στον σχεδιασμό κτισμάτων που θα διευκολύνουν την αειφόρο χρήση των φυσικών πόρων, δηλαδή θα απαιτείται εκτός των ήδη γνωστών κανονισμών, το κτήριο, τα δομικά του υλικά και στοιχεία να είναι ανακυκλώσιμα μετά την κατεδάφισή του και να χρησιμοποιούνται πρώτες ύλες φιλικές προς το περιβάλλον κατά την κατασκευή του.[34] Επομένως, η αξιολόγηση του κύκλου ζωής του κτηρίου είναι απαραίτητη μεθοδολογία για την ποσοτική αξιολόγηση της βιωσιμότητας των δομικών υλικών και οικοδομικών προϊόντων. Η Γαλλία, η Γερμανία και η Ιταλία είναι οι πιο ενεργές χώρες όσον αφορά τη δόμηση, τους κανονισμούς, τη συντήρηση, την αποκατάσταση και την καταγραφή των πηλόκτιστων οικοδομών. Σημαντικά στοιχεία που αξίζει να αναφερθούν είναι η ύπαρξη τεχνικών σχολών αποκλειστικά για εκμάθηση δόμησης με πηλό, όπως επίσης και το μεταπτυχιακό μάθημα για αρχιτέκτονες και άλλους μηχανικούς που προσφέρεται από το CRAterre[35] (International Centre for Earth Construction, από το 1979) στη Γαλλία. Τέτοια ερευνητικά κέντρα και ινστιτούτα που μελετάνε τα κτίσματα από πηλό και προωθούν την τυποποίηση φυσικών δομικών υλικών εκλείπουν από την Ελλάδα, με αποτέλεσμα να χάνονται τα παραδοσιακά πήλινα κτίσματα και να μην υπάρχει μια πλήρης ενημέρωση των πολιτών για τη σύγχρονη δόμηση με πηλό.

[34] Modern Earth Building – the Current State of Earth Building from a German Perspective, IOP Conference Series: Earth and Environmental Science

[35] Association and Research Laboratory of the National Higher School of Architecture in Grenoble http://craterre.org/

***Εικόνα 24**. Κατοικία με την τεχνική της συμπιεσμένης γης, βιομηχανοποιημένο rammed earth, Rauch Family Home, by Rauch Martin and Roger Boltshauser, Schlins, Austria, 2008*

***Εικόνα 25**. Βιομηχανοποιημένο rammed earth, Factory, Warehouse, Laufen, Switzerland, by Herzog & de Meuron, 2014*

3.1 **Τι εντοπίζουμε στον Ελλαδικό χώρο**

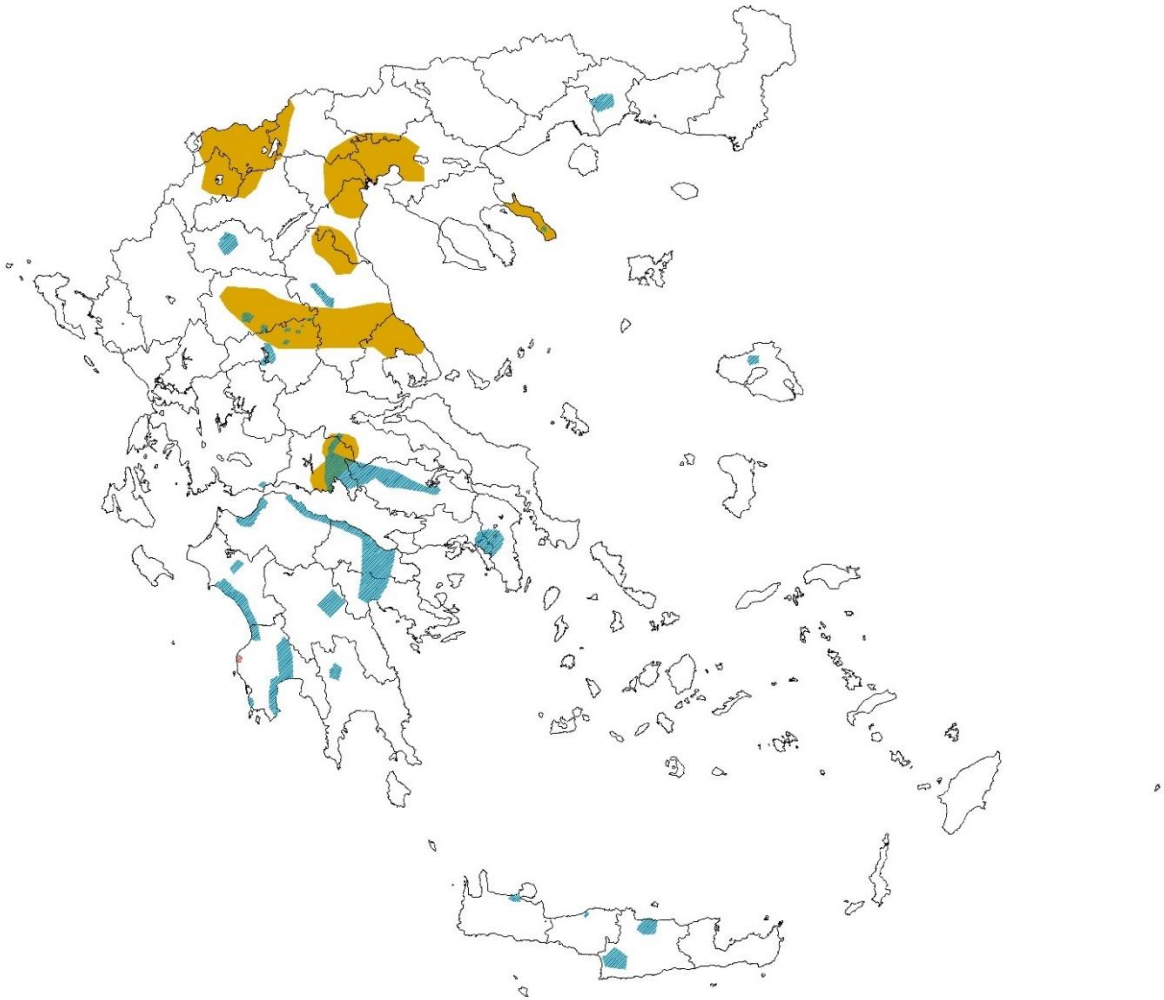
Στον Ελλαδικό χώρο υπάρχουν πολλά παραδείγματα χωμάτινης αρχιτεκτονικής. Ήδη από τους προϊστορικούς χρόνους χρησιμοποιούνταν οι ωμές πλίνθοι ως κατασκευαστική τεχνική ή ο πηλός στις αργολιθοδομές ως συνδετικό κονίαμα. Παραδείγματα χρήσης του πηλού εντοπίζονται από το 6000π.Χ. στη Θεσσαλία, στο Σιδάρι Κέρκυρας, στους νεολιθικούς οικισμούς Σέσκλου και Διμηνίου[36]. Επίσης, πληροφορίες αντλούνται από το Ακρωτήρι της Θήρας όπου εντοπίζονται πλίνθοι τοποθετημένοι κατακόρυφα ως διαχωριστικοί τοίχοι στους άνω ορόφους καθώς και στη μινωική Κρήτη πηλοκονιάματα και ωμόπλινθοι[37].

Κτίσματα από ωμούς πλίνθους βρίσκονται σε πεδινές περιοχές, συχνά εγκαταλελειμμένα, τα περισσότερα εκ των οποίων είναι σε καλή κατάσταση.

Σε πεδινούς οικισμούς της ηπειρωτικής Ελλάδας, και όπου κάτι τέτοιο είναι πρόσφορο, χρησιμοποιούνται άψητα τούβλα (πλιθιά, πλίθρες), που παράγονται εύκολα επιτόπου με μείγμα από πηλό και άχυρο για ενίσχυση. Οι πλιθιές, ορισμένες φορές ανεπίχριστες, διαθέτουν αξιόλογη αντοχή στις καιρικές συνθήκες. Αυτό από το οποίο κυρίως κινδυνεύουν είναι η αυξανόμενη υγρασία του εδάφους. Γι΄αυτό, σε μερικές περιπτώσεις χτίζονται πάνω σε λίθινη βάση. Επίσης, ακολουθώντας ανάλογη λογική με εκείνη των λιθοδομών, συνδυάζονται με ξύλινους συνδέσμους (ξυλοδεσιές). Άλλοτε η χρήση τους ήταν κατά περιοχές καθολική ενώ αργότερα περιορίστηκε σε πρόχειρα βοηθητικά κτίσματα.[38]

---

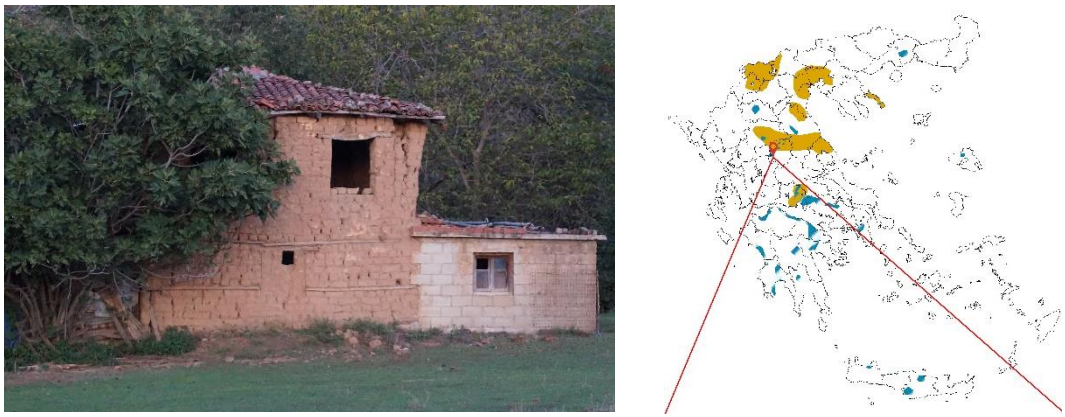
[36] Πάχτα Β., 2011
[37] Παλυβού Κ., 1999
[38] Amos Rapoport, Δημήτρης Φιλιππίδης, *Ανώνυμη Αρχιτεκτονική και Πολιτιστικοί Παράγοντες*, 2010, σ.288



***Εικόνα 26**. Περιοχές που έχουν εντοπιστεί κτίσματα από πηλό με επιτόπιες επισκέψεις. Στις περιοχές με μπλε χρώμα εντοπίστηκαν κατασκευαστικές τεχνικές με ωμό πηλό με επιτόπιες επισκέψεις τα έτη 2018 και 2019 από τους: Μουσουράκη Α., Αρακαδάκη Μ., Κοτσόπουλο Σ., Σιναμίδη Ι., Μικρού Τ., Φραγκεδάκη Ε., Λαγαρό Ν.. Οι περιοχές με καφέ χρώμα εντοπίζουν κατασκευαστικές τεχνικές με ωμό πηλό σύμφωνα με την Γ. Μπέη, Terra Europae, Earthen Architecture in the European Union, 2011.*[39]

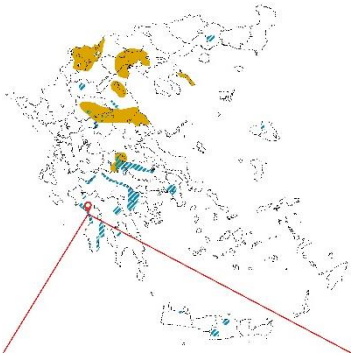
[39] Α. Μουσουράκη, Μ. Αρακαδάκη, Σ. Κοτσόπουλος, Ι. Σιναμίδης, Τ. Μικρού, Ε. Φραγκεδάκη, Ν. Λαγαρός, Earthen Architecture in Greece: Traditional Techniques and Revaluation, Heritage 2020

Ακολούθως παρουσιάζονται κάποιες ενδεικτικές φωτογραφίες με κτίσματα που εντοπίζουμε διάσπαρτα στον ελλαδικό χάρτη. Μονώροφα ή διώροφα, με ξυλοδεσιές ή όχι, ανεξάρτητα ή σε συγκρότημα κτισμάτων, επιχρισμένα ή όχι, είναι κάποια από τα χαρακτηριστικά που πρώτα κάποιος αντιλαμβάνεται βλέποντάς τα.

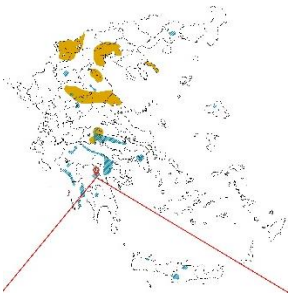


***Εικόνα 27**. Διώροφο κτίσμα 5 χλμ. από τη λίμνη Πλαστήρα στο Νομό Καρδίτσας (προσωπικό αρχείο, 2019)*

***Εικόνα 28**. Πλινθόκτιστο με ξυλοδεσιές στον Πάνορμο Φωκίδας (προσωπικό αρχείο, 2019)*



***Εικόνα 29**. Μακρόστενο κτίσμα με πλιθιές στον Κακόβατο Ηλείας (προσωπικό αρχείο, 2020)*



***Εικόνα 30**. Συγκρότημα πλινθόκτιστων κτισμάτων λίγο έξω από την Τρίπολη Αρκαδίας (προσωπικό αρχείο, 2019)*

***Εικόνα 31.** Αγροτικό συγκρότημα μαζί με περιστερώνα στον Άγιο Βασίλειο 4 χλμ. από Τρίπολη (αρχείο Α. Μουσουράκη, 2019)*

Γίνεται αντιληπτό ότι ο πηλός χρησιμοποιήθηκε κατά κόρον στο παρελθόν και δεν είναι κάτι πρόσφατο, ωστόσο δεν έχει πραγματοποιηθεί κάποια συνολική καταγραφή αυτού του αρχιτεκτονικού πλούτου στην Ελλάδα. Η έρευνα αυτή δίνει το ξεκίνημα για την καταγραφή τέτοιων κατασκευών και για την υπόλοιπη Ελλάδα, ώστε να διασωθεί αυτό το κομμάτι της πολιτιστικής μας κληρονομιάς.

3.2 Ιστορικές Καταγραφές στην Κρήτη, τα πρώτα δείγματα χωμάτινης αρχιτεκτονικής σε μινωικά ανάκτορα

Η Κρήτη είναι το μεγαλύτερο νησί της Ελλάδας και το πέμπτο σε μέγεθος της Μεσογείου, με μήκος 255 χλμ. και εμβαδόν 8336 τ.χλμ. Η ακτογραμμή της περιλαμβάνει πολλούς κόλπους, χερσονήσους και ακρωτήρια άνω των 1000 χλμ., ενώ το ανάγλυφό της χαρακτηρίζεται από έντονη ποικιλία. Το νησί είναι ορεινό με τις κύριες οροσειρές να είναι τα Λευκά Όρη (2454μ.), η Ίδη (Ψηλορείτης 2456μ.) και η Δίκτη (Λασιθιώτικα Όρη 2148μ.). Στους ορεινούς όγκους του νησιού δημιουργούνται οροπέδια, ενώ ανάμεσά τους και στα παράλια διαμορφώνονται κοιλάδες και πεδιάδες, με τη μεγαλύτερη πεδιάδα να είναι αυτή της Μεσσαράς στα κεντρικά και νότια του νησιού. Τα πετρώματα της Κρήτης παρουσιάζουν μεγάλη ποικιλία. Αυτά που ξεχωρίζουν είναι οι σκληροί και μαλακοί ασβεστόλιθοι, οι σχιστόλιθοι, οι ψαμμίτες και ο γυψόλιθος. Ανάλογη πολυμορφία απαντάται και στους τύπους των εδαφών με χαρακτηριστικότερους τις ρεντζίνες, τα κοκκινοχώματα, τις αλλούβιες αποθέσεις και τα σκούρα εδάφη[40].

Ήδη από την προϊστορική Κρήτη εντοπίζονται αρχιτεκτονικά κατάλοιπα από πηλό (αχυροπηλός, ωμόπλινθοι, πηλοκονιάματα, ασβεστοπηλοκονιάματα), κάποια από τα οποία διατηρούνται ακόμα και σήμερα.

Ο πηλός χρησιμοποιήθηκε καθ' όλη τη διάρκεια της μινωικής περιόδου σε πολλά και διαφορετικά τεχνικά έργα. Η βασική του χρήση ήταν ως συνδετική ύλη για την ένωση των λίθων στην τοιχοποιία, είτε επρόκειτο για αργολιθοδομή και πλίνθους είτε για λαξευτή. Επίσης, χρησιμοποιήθηκε για κατασκευή πλίνθων, για τη δόμηση τοίχων, κάλυψη δαπέδων και οροφών, αλλά και στο γέμισμα κενών ανάμεσα στις ξύλινες δοκούς[41].

---

[40] Ζώης Α., 1973
[41] Μαντζουράνη Ε., 2002

Ο πηλός είναι, ακόμα και σήμερα, το δεύτερο πιο διαδεδομένο οικοδομικό υλικό στον κόσμο μετά το μπαμπού. Περισσότερο από το 30% του παγκόσμιου πληθυσμού ζει σε σπίτια από χώμα[42]. Στην Κρήτη ο πηλός δεν είναι αρκετά διαδεδομένος, υπάρχουν όμως σύγχρονα παραδείγματα δόμησης με αυτό το υλικό και γίνονται προσπάθειες ενημέρωσης του κοινού για τις κατασκευαστικές του δυνατότητες. Η χρήση των πλιθιών από ωμή γη ως δομικό στοιχείο είναι μία από τις πιο διαδεδομένες, γιατί είναι αυτές που εντοπίζονται σε αρχαιολογικούς χώρους και σε διάφορα κτίσματα στην ύπαιθρο. Όσον αφορά τη σύσταση και την τεχνική των ωμοπλίνθων, αυτοί έχουν κανονικό ορθογώνιο σχήμα και διαμορφώνονται σε ειδικά καλούπια, τα οποία είναι συνήθως ξύλινα πλαίσια ανοιχτά πάνω και κάτω με λαβές στα πλάγια. Σε αυτά τα πλαίσια τοποθετείται λάσπη αναμεμειγμένη με άχυρο, φύκια ή φύλλα δέντρων. Μερικές φορές στο παρελθόν το μείγμα περιείχε πέτρες ή κομματάκια από όστρακα αγγείων για την ενίσχυση του τελικού μείγματος. Όμοια τεχνική χρησιμοποιείται ακόμα και σήμερα. Μετά την αφαίρεση του καλουπιού, η πλιθιά αφήνεται να στεγνώσει και να ψηθεί στον ήλιο.

Η χρήση πηλού σε ιστορικά κτίσματα στην Κρήτη

Τα βασικά δομικά υλικά στις κατασκευές της εποχής του Χαλκού στην Κρήτη είναι η πέτρα, το ξύλο, καθώς και ο πηλός είτε με τη μορφή ωμοπλίνθων ή πηλοδομών είτε συνδετικών κονιαμάτων. Πρόκειται για υλικά που βρίσκονται σε κοντινές αποστάσεις από τον τόπο που χρησιμοποιούνται [43].

Για την Πρωτομινωική περίοδο (~3200-1950 π.Χ.) οι πληροφορίες προέρχονται από το κτηριακό ανάκτορο στη Βασιλική Ιεράπετρας, όπου υπάρχουν σε καλή κατάσταση κάποιοι ισόγειοι χώροι. Όσον αφορά την Παλαιοανακτορική περίοδο (~1900-1700π.Χ.) πληροφορίες αντλούνται από το μοναδικό ανάκτορο της εποχής αυτής, αυτό της Φαιστού. Και τα δύο αυτά ανάκτορα στο

[42] Bjorn, 2009
[43] Τσακανίκα Ε., 2006

μεγαλύτερό τους ποσοστό είναι αργολιθοδομές, με μικρού και μεσαίου μεγέθους λίθους της γύρω περιοχής.

Στη μινωική Κρήτη σημαντικό ρόλο στην οικοδόμηση ωμοπλινθοδομών ή λιθοδομών έπαιζαν τα οριζόντια και κατακόρυφα ξύλα. Τα κατακόρυφα ονομάζονται ορθοστάτες και πρόκειται για ξύλινα λαξευτά μέλη τα οποία τοποθετούνται όρθια. Συνήθως εδράζονται σε λίθινο κρηπίδωμα και αποτελούν τη βάση ενός τοίχου αργολιθοδομής ή ωμοπλινθοδομής, όπως σε αρκετά κτήρια της προϊστορικής εποχής στη Μ. Ασία και τη Συροπαλαιστίνη. Σε περιοχές της Μικράς Ασίας η πλειοψηφία των κατασκευών είναι από ωμοπλινθοδομή (ισόγειο και ορόφους). Η λιθοδομή εμφανίζεται κυρίως ως θεμελίωση και βάση της πλινθοδομής. Υπάρχουν όμως περιπτώσεις όπου και η θεμελίωση είναι χτισμένη από ωμοπλινθοδομή.

Στις αργολιθοδομές των ανακτόρων της μινωικής Κρήτης η ποσότητα του πηλοκονιάματος ως συνδετικό κονίαμα είναι μεγάλη. Επιπλέον, η ενίσχυσή τους έχει επιτευχθεί με σύστημα οριζόντιων ξύλων. Τα χρησιμοποιούμενα είδη τοπικών λίθων που χρησιμοποιούνταν για λάξευση στη μινωική Κρήτη ήταν οι ασβεστόλιθοι, οι πωρόλιθοι, οι γυψόλιθοι και ο ψαμμίτης. Οι λαξευτές τοιχοποιίες έχουν αρμολογηθεί με ασβεστοκονίαμα πάχους 5 χιλιοστών και βάθους έως και 2 εκατοστών. Μεταξύ των λαξευτών λίθων υπάρχει λεπτή στρώση πηλοκονιάματος, πάχους συνήθως λίγων χιλιοστών[44].

Στη συνέχεια, πραγματοποιείται αναφορά των κατασκευαστικών λεπτομερειών και του τρόπου δόμησης μινωικών ανασκαφών. Σε αυτές περιλαμβάνονται η Βασιλική της Ιεράπετρας που εντάσσεται στην Πρωτομινωική περίοδο (~3200-1950 π.Χ.), τα ανάκτορα της Κνωσσού, των Μαλίων, της Ζάκρου, των Γουρνιών καθώς επίσης και ανακτορικού τύπου κτήρια όπως η Έπαυλη της Αγίας Τριάδας και η Έπαυλη του Νίρου Χάνι, που αναφέρονται στην Νεοανακτορική Περίοδο

[44] Τσακανίκα Ε., 2009

(~1700-1450 π.Χ.). Θα πρέπει να αναφέρουμε ότι μεγάλος αριθμός πλίνθων της μινωικής περιόδου διασώζονται έως σήμερα λόγω της μετατροπής τους σε οπτούς πλίνθους μετά από μεγάλες πυρκαγιές κυρίως προς το 1450 π.Χ.

3.2.1 Βασιλική Ιεράπετρας, Μεγάλη Οικία

Στην εύφορη πεδιάδα της Ιεράπετρας βρίσκεται ένας από τους πρώτους μινωικούς οικισμούς με πολεοδομική οργάνωση, αυτός της Βασιλικής. Σ' αυτόν έχουν εντοπιστεί τοίχος από ωμοπλινθοδομή και συνδετικό κονίαμα πηλού με κοκκινόχωμα, το οποίο χρησιμοποιούταν επίσης στην ενίσχυση της σύνδεσης του ξύλινου σκελετού μέσα στον τοίχο. Στη σύσταση των σοβάδων αλλά και των πλίνθων έχει εντοπιστεί λεπτό άχυρο[45].

3.2.2 Ανάκτορο Μαλίων

Το Ανάκτορο των Μαλίων είναι το τρίτο σε μέγεθος μινωικό ανάκτορο της Κρήτης χτισμένο σε μικρή παραλιακή πεδιάδα. Σ' αυτό εντοπίζονται τοίχοι από ωμόπλινθους (εικόνα 32) πάνω σε αργολιθοδομές με ή χωρίς ξύλινο σκελετό και κάποιοι χωρίς λίθινη βάση. Οι τοίχοι των ισόγειων ανατολικών αποθηκών του ανακτόρου των Μαλίων με ωμοπλινθοδομή ήταν πάχους περίπου 40 εκατοστών και σύμφωνα με τον Shaw σε ποσοστό περίπου 5 %, σχετικά μικρό ποσοστό αλλά μεγαλύτερο σε σχέση με άλλα Μινωικά κτίσματα. Οι Αποθήκες ανήκουν στα παλαιά ανάκτορα αλλά η χρήση τους συνεχίστηκε κατά την Νεοανακτορική περίοδο (~1700-1450 π.Χ.) με την κατασκευή νέου δαπέδου από χώμα. Οι εσωτερικοί εγκάρσιοι τοίχοι είναι κατασκευασμένοι από

[45] Ζώης Α., 1976

ωμοπλινθοδομή πάνω σε λίθινη βάση ύψους ίσως 15εκ. Όπου υπήρχαν αργολιθοδομές επιχρίονταν με πηλοκονίαμα πάχους περίπου 3 εκατοστών, ενίοτε και με ασβεστοκονίαμα[46].

***Εικόνα 32**. Τοίχοι από ωμόπλινθους στα Μάλια (προσωπικό αρχείο, 2020).*

3.2.3 Αρχαιολογικός Χώρος Κνωσού

Η Κνωσός είναι η πρωιμότερη θέση εγκατάστασης της Κρήτης, της οποίας ο νεολιθικός οικισμός ιδρύθηκε στην κορυφή Κεφάλας από το 7000 π.Χ. Τα βασικά δομικά υλικά οικοδόμησης του ανακτόρου ήταν αυτά της μινωικής αρχιτεκτονικής, δηλαδή ο λίθος, το ξύλο, ο πηλός και το κονίαμα. Ο πηλός χρησιμοποιήθηκε ως συνδετικό υλικό για τους τοίχους, για την κατασκευή πλίνθων, δαπέδων, ορόφων, σκεπών, αγωγών και ως στερεωτικό υλικό κάθετων δοκαριών, ξύλινων πλαισίων θυρών, παραθύρων και ορθοστατών στους τοίχους. Επίσης, πηλοκονίαμα χρησιμοποιήθηκε ως συνδετικό υλικό σε τοιχοποιία από αργούς λίθους ή πλίνθους και συχνά αποτελούσε το πρώτο στρώμα σε τοίχους από αργολιθοδομή για εξομάλυνση της επιφάνειας τους. Στη συνέχεια, με το επόμενο επίχρισμα ασβεστοκονιάματος η επιφάνεια ήταν κατάλληλη για ζωγραφική.

[46] Shaw, 1971

Στις Δυτικές Αποθήκες της Κνωσού, βάσει των περιγραφών του Evans, οι πεσσοί των θυρών αποτελούνταν από δύο λίθους συνολικού ύψους περίπου 1,4 μέτρων και είχαν τόρμους στην άνω επιφάνεια τους για την έδραση των ξύλινων ανωφλίων. Από εκεί και πάνω υπήρχε μια μάζα από πηλό, πέτρες και ξύλα ύψους περίπου 45 εκατοστών.

Στην Νότια Οικία της Κνωσού, από το μέγεθος του πηλού που βρέθηκε στα δωμάτια του ισογείου και του υπογείου, ο Evans υπέθεσε ότι μεγάλο τμήμα του ορόφου ήταν δομημένο από ωμόπλινθους. Οι διαστάσεις της πλιθιάς ήταν 0,45*0,45*0,12 μέτρα[47].

3.2.4 Οικισμός Γουρνιά, Ανάκτορο Γουρνιών

Τα Γουρνιά είναι το χαρακτηριστικότερο ανασκαμμένο παράδειγμα ενός μεσαίου μεγέθους οικισμού της εποχής της μινωικής ακμής. Είναι κτισμένος σε χαμηλό λόφο πολύ κοντά στη θάλασσα, στον Ισθμό της Ιεράπετρας και σε μικρή απόσταση από τον μινωικό οικισμό της Βασιλικής. Τα οικοδομικά υλικά των σπιτιών στις Γούρνες είναι λίθοι, πλίνθοι, πηλοκονίαμα και ασβεστοκονίαμα. Παράλληλα υπάρχουν και κάποια δείγματα λιθοκατασκευών με πελεκητούς λίθους αλλά και δείγματα αργολιθοδομών. Μεταξύ των κατασκευών αξιοσημείωτο είναι το ¨ανάκτορο¨, το οποίο αποτελεί το κεντρικό κτήριο της πόλης. Είναι γενικά κατασκευασμένο από αργολιθοδομή αλλά έχει εντοπιστεί πλίνθινος τοίχος στο ισόγειο δωματίου, ο οποίος εδράζεται σε λίθινη βάση[48].

Επίσης, οι εξωτερικοί αλλά και οι εσωτερικοί τοίχοι ήταν επιχρισμένοι με πηλοκονίαμα και οι αργολιθοδομές των αποθηκών είχαν πηλοκονίαμα πάχους 3-4 εκατοστών. Σε αρκετές περιπτώσεις οι τοίχοι από αργολιθοδομές συνεχίζονταν με τοίχους από ωμοπλίνθους[49].

Οι διαστάσεις της πλιθιάς ήταν 0,48*0,36*0,097μ. [50].

---

[47] Evans A., The palace of Minos, II, σ.390,519
[48] Μαντζουράνη Ε., 2002
[49] Τσακανίκα Ε., 2006
[50] Μιχαλάκης Κ., 2019, σ.32

3.2.5 Έπαυλη Νίρου Χάνι

Ανατολικά του Ηρακλείου, προς τον Άγιο Νικόλαο, βρίσκεται η θέση Νίρου Χάνι. Στη θέση αυτή βρέθηκε μινωικός συνοικισμός, ενώ προς τη θάλασσα αποκαλύφθηκε μινωική διώροφη έπαυλη, που αποτελείται από σαράντα περίπου δωμάτια με δύο διαδρόμους και αυλές. Οι τοίχοι είχαν ενισχυθεί με ξυλοδεσιά και ήταν καλυμμένοι με παχύ ασβεστοκονίαμα και με ορθομαρμάρωση. Σε παραστάδες θυρών που βρέθηκαν, οι λίθινες βάσεις τους και τα κενά των κατακόρυφων ξύλων ήταν γεμισμένα από πηλό και ωμόπλινθους[51].

Οι διαστάσεις της πλιθιάς ήταν 0,50*0,35*0,10-0,12μ. [52].

3.2.6 Έπαυλη Αγίας Τριάδας

Η Αγία Τριάδα είναι ένας πολύ σημαντικός αρχαιολογικός χώρος της κεντρικής Κρήτης, κοντά στη Φαιστό, στις όχθες του Γεροπόταμου. Στο βορειοδυτικό τμήμα του κτιριακού συγκροτήματος της Αγίας Τριάδας βρίσκονταν οι χώροι διαμονής του βασιλιά στους οποίους τα δάπεδα καλύπτονταν από κόκκινο κονίαμα.

Σήμερα σώζεται τοίχος επιχρισμένος με πηλοκονίαμα, ο οποίος περιείχε άχυρα και λευκό σοβά από ασβεστοκονίαμα. Επίσης, σε δωμάτιο υπήρχαν διαχωριστικοί τοιχογραφημένοι τοίχοι από ωμοπλινθοδομή και πάνω από λαξευτή βάση πεσσού διακρίνεται άμορφη μάζα από μικρές πέτρες και πηλό[53].

---

[51] Τσακανίκα Ε., 2006
[52] Ξανθουδίδης Σ. Αρχ.Εφ., 1922, σ.9
[53] Τσακανίκα Ε., 2006

3.2.7 Ανάκτορο Ζάκρου

Το ανάκτορο της Ζάκρου είναι το τέταρτο σε μέγεθος της Μινωικής Κρήτης. Βρισκόταν σε σημαντικό στρατηγικό σημείο, σε ασφαλισμένο κολπίσκο και ήταν κέντρο εμπορικών ανταλλαγών με τις χώρες της Ανατολής, όπως φαίνεται από τα ευρήματα (χαυλιόδοντες ελέφαντα, φαγεντιανή, χαλκός).

Το ανάκτορο έχει δύο κύριες οικοδομικές φάσεις: το παλαιότερο κτίσθηκε το 1900 π.Χ. περίπου, ενώ το νεώτερο γύρω στο 1600 π.Χ. και καταστράφηκε όπως και τα άλλα κέντρα της Μινωικής Κρήτης στο 1450 π.Χ.

Οι περισσότερες μινωικές κατασκευές έχουν συνδυασμό από λίθους και πλίνθους. Στα Μάλια αλλά και στην Κάτω Ζάκρο περίπου το 4 % των ορατών ανακτορικών κατασκευών αποτελούνται από πλίνθους (εικόνα 33) τοποθετημένες πάνω σε μια υπόβαση από πέτρες. Οι εσωτερικοί πλίνθινοι τοίχοι ήταν πάχους περίπου 40 εκατοστών, καλυμμένοι με ασβεστοκονίαμα[54].

Στη βόρεια πτέρυγα του ανακτόρου βρίσκεται το «Μαγειρείο». Τα δωμάτια ανατολικά του «Μαγειρείου» χρησιμοποιούνταν για την αποθήκευση των μαγειρικών σκευών και του εξοπλισμού για την προετοιμασία της τροφής. Σε αυτούς τους χώρους υπήρχε πλίνθινος τοίχος που κατέρρευσε.

[54] Μαντζουράνη Ε., 2002

Εικόνα 33. *Κατάλοιπα τοίχων από ωμόπλινθους στον αρχαιολογικό χώρο της Ζάκρου (προσωπικό αρχείο, 2020).*

3.2.8 Παλαίκαστρο: Μινωικός οικισμός, θέση 'Ρουσσόλακκος'

Στο βορειότερο άκρο της ανατολικής ακτής της Κρήτης στην παραλία του Παλαικάστρου στη θέση Ρουσσόλακκος υπάρχει μινωικός οικισμός με έκταση μεγαλύτερη από 50.000 τετραγωνικά μέτρα, ο οποίος ήκμασε κατά την διάρκεια της Υστερομινωικής περιόδου (1150-1220 π.Χ.). Αποκαλύφθηκαν όμως και λείψανα της Πρωτομινωικής και Μεσομινωικής εποχής (3000-1550 π.Χ.). Όπως και στα άλλα μινωικά κέντρα έτσι και εδώ η κατοίκιση σταμάτησε το 1450 π.Χ..

***Εικόνα 34**. Κατάλοιπα τοίχων από ωμοπλινθοδομή (προσωπικό αρχείο, 2020).*

Κεντρικός δρόμος διέσχιζε τον οικισμό, ενώ κάθετοι μεγάλοι ή μικροί πλακόστρωτοι και βαθμιδωτοί δρόμοι τον διαιρούσαν σε εννέα συνοικίες. Υπήρχε αποχετευτικό σύστημα σε όλες τις συνοικίες καθώς επίσης και επιβλητικές προσόψεις κατά μήκος του κεντρικού άξονα.

Η συνοικία Β περιελάμβανε πέντε κατοικίες με μεγαλολιθικούς εξωτερικούς τοίχους, ενώ οι εσωτερικοί ήταν κτισμένοι με πλίνθους.[55]

Εν κατακλείδι, συμπεραίνουμε ότι ο πηλός χρησιμοποιήθηκε κατά τη μινωική περίοδο στην κατασκευή κτισμάτων. Η βασική του χρήση, όπως διαπιστώνεται, ήταν ως συνδετική ύλη για την ένωση των λίθων στην τοιχοποιία. Χρησιμοποιήθηκε, επίσης, για την κατασκευή πλίνθων και την οικοδόμηση τοίχων αποθηκευτικών χώρων, ισόγειων και υπόγειων δωματίων και διαχωριστικών τοιχίων. Με πηλό έφτιαχναν και τα πηλοκονιάματα με τα οποία επιχρίονταν όλες οι επιφάνειες. Τέλος, στα μινωικά ανάκτορα ο πηλός χρησιμοποιήθηκε για την κάλυψη δαπέδων και ορόφων, για το γέμισμα κενών ανάμεσα στις ξύλινες δοκούς αλλά και για αγωγούς.

Οι πληροφορίες που αντλούμε για τα μινωικά ανάκτορα που αναφέρθηκαν παραπάνω είναι κυρίως από ανασκαφικές αναφορές και διατριβές, οι οποίες όμως δεν ασχολούνταν αποκλειστικά με τη χρήση του πηλού αλλά παρέθεταν κάποια στοιχεία γι' αυτόν. Επίσης, η επιτόπια επίσκεψη σε κάποιους από αυτούς τους αρχαιολογικούς χώρους, αλλά και η εύρεση άλλων στο ταξίδι της αναζήτησης πηλού, ήταν πολύ σημαντική. Πέρα από τα συγκεκριμένα στοιχεία, έκτοτε δεν υπάρχουν αναφορές ούτε κάποια καταγραφή για πηλόκτιστες κατασκευές στην Κρήτη. Επομένως, όλες οι καταγραφές που παρουσιάζονται παρακάτω αποτελούν πηγή επιτόπιων επισκέψεων σε περιοχές της Κρήτης.

[55] http://odysseus.culture.gr/h/3/gh351.jsp?obj_id=2443

3.3 Εντοπισμός πηλόκτιστων οικοδομών στην Κρήτη

Στην έρευνα καταγραφής που πραγματοποιήθηκε μέχρι στιγμής στην Κρήτη εντοπίστηκαν κτήρια πλινθόκτιστα ή ίχνη από τέτοια κτήρια. Η βασική τεχνική δόμησης από πηλό, που είναι η χρήση των πλίνθων στην Ελλάδα, παρατηρείται και στην Κρήτη. Αυτό το αποδεικνύει και η έρευνα καταγραφής που έγινε για την Κρήτη και στην οποία εντοπίστηκαν κτίσματα από πηλό με την τεχνική των πλινθόκτιστων. Τα κτίσματα αυτά είναι τα εξής:

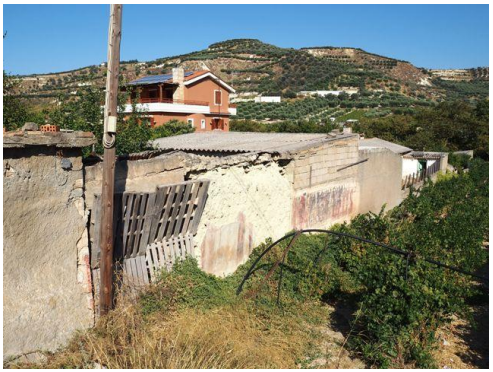
α. Στο Νομό Ρεθύμνης μεταξύ των οικισμών Μαγνησίας και Βιρανεπισκοπής διώροφη εγκαταλελειμμένη κατοικία (εικόνα 35) όπου το ισόγειο είναι κατασκευασμένο από λιθοδομή και ο όροφος από ωμούς πλίνθους.

***Εικόνα 35**. Κτίσμα με ωμόπλινθους στον όροφο κοντά στο Ρέθυμνο (αρχείο Α. Μουσουράκη, 2016).*

β. Στην περιοχή του κάμπου της Μεσσαράς λίγο έξω από το Τυμπάκι ισόγειο πλινθόκτιστο κτίσμα (εικόνα 36). Γενικότερα έχουμε καταγράψει προφορικές αναφορές για την κατασκευή κυρίως αγροτικών βοηθητικών κτισμάτων με ωμούς πλίνθους στην περιοχή έως και την δεκαετία του ‘60. Τα περισσότερα από αυτά θα πρέπει να έχουν κατεδαφιστεί, διότι δεν μπορούμε να τα εντοπίσουμε.

***Εικόνα 36**. Ισόγειο πλινθόκτιστο στο Τυμπάκι (αρχείο Α. Μουσουράκη, 2013).*

γ. Νότια της πόλης του Ηρακλείου και κοντά στον οικισμό Σταυράκια έχει εντοπιστεί ισόγειο αγροτικό πλινθόκτιστο (εικόνα 37) κτίσμα, το οποίο αποτελεί τμήμα εντός συμπλέγματος κτισμάτων.



***Εικόνα 37**. Ισόγειο αγροτικό πλινθόκτιστο κτίσμα στα Σταυράκια (αρχείο Α. Μουσουράκη).*

δ. Στη νοτιοανατολική περιοχή του κέντρου του Ηρακλείου, εντός των Ενετικών τειχών, είχαν εντοπιστεί και αποτυπωθεί φωτογραφικά ίχνη (εικόνα 38) από αρκετά πλινθόκτιστα κτήρια πολλά από αυτά σήμερα δεν υπάρχουν.

***Εικόνα 38**. Ίχνη πλινθόκτιστου κτίσματος στο Ηράκλειο (αρχείο Α. Μουσουράκη, 2007).*

Από τα έως τώρα στοιχεία που έχουμε συλλέξει πρόκειται κυρίως για μονώροφα κτίσματα, όχι καλής κατάστασης λόγω της μη συντήρησής τους. Η χρήση τους ήταν για κατοικία και για αποθηκευτικούς χώρους. Σύμφωνα με τα δεδομένα που έχουμε μπορούμε να υποθέσουμε ότι στην Κεντρική και Ανατολική Κρήτη η δόμηση με την τεχνική των ωμών πλίνθων ήταν γνωστή έως πρόσφατα, κυρίως στις πεδινές περιοχές όπου υπάρχει άφθονη πρώτη ύλη αλλά και εντός του ιστορικού κέντρου του Ηρακλείου. Επίσης, για την εγκατάσταση των αγροτών προσφύγων ανεγέρθηκαν οικήματα διαφόρων τύπων πολλά εκ των οποίων πλινθόκτιστα, με πατώματα από πατημένο χώμα και κεραμοσκεπές. Οι τρεις αγροτικοί προσφυγικοί συνοικισμοί που ανεγέρθηκαν στις παρυφές της πόλης του Ηρακλείου ήταν οι: Νέου Ατσαλένιου, Νέας Φορτέτσας και Νέων

Βρυούλων.[56] Στη Δυτική Κρήτη, όπου έχουμε μια πιο ορεινή γεωμορφολογία, τα πλινθόκτιστα εντοπίζονται κυρίως σε περιοχές εγκατάστασης προσφύγων μετά τη δεκαετία του '20. Θα πρέπει να επισημάνουμε επίσης την απουσία ξυλοδεσιών στον βαθμό που τις συναντάμε σε άλλες περιοχές της Ελλάδος, όπως στη Βόρεια Πελοπόννησο.

***Εικόνα 39**. Χάρτης με κτίσματα από πηλό που έχουν καταγραφεί στην Κρήτη (*προσωπικό αρχείο, 2020).

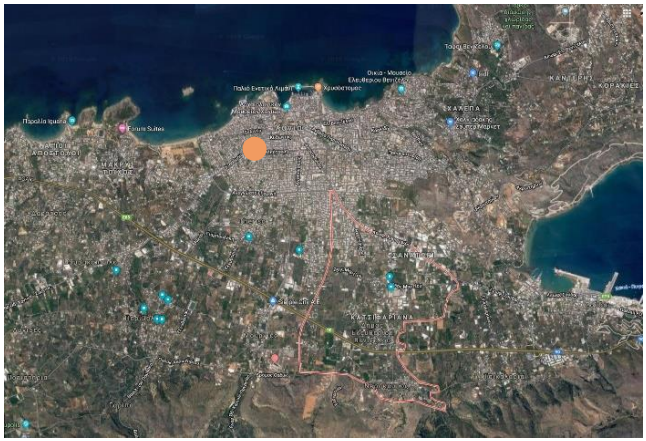
[56] Λαγουδάκη Ε., σ.170,171

3.4 **Πηλόκτιστα: μια ξεχασμένη κατασκευαστική κουλτούρα στα Χανιά**

Σε συνέχεια της έρευνας που πραγματοποιείται στην Κρήτη, και συγκεκριμένα στα Χανιά, έχουν εντοπιστεί σωζόμενα κτίσματα που το βασικό τους δομικό υλικό είναι οι πλίνθοι από ωμό πηλό. Πολλά από αυτά είναι είτε κτισμένα εξ ολοκλήρου από ωμόπλινθους είτε κάποιο τμήματα τους. Τα κτίσματα που έχουν βρεθεί παρουσιάζουν ορισμένες φθορές, διότι πολλά δεν χρησιμοποιούνται σήμερα με αποτέλεσμα να μη συντηρούνται. Τα περισσότερα είναι ενός ορόφου και λειτουργούσαν ως κατοικίες ή αγροτικές αποθήκες. Τα περισσότερα κτίσματα έχουν βρεθεί σε απόσταση περίπου 4 χιλιομέτρων νότια του κέντρου των Χανίων σε κοντινές κωμοπόλεις, όπως αυτές των Περιβολίων και Μουρνίων και μέσα στον αστικό ιστό τους.

Εικόνα 40. Οι χρωματισμένες περιοχές που εντοπίστηκαν πηλόκτιστα. Από αριστερά με σειρά είναι οι κωμοπόλεις: Περιβόλια, Μουρνιές, Νεροκούρος.

Ωστόσο, συναντάμε πλινθόκτιστα κτήρια και αμέσως έξω από το ιστορικό κέντρο της πόλης των Χανίων συνήθως με τη μορφή συγκροτήματος (εικόνα 41).

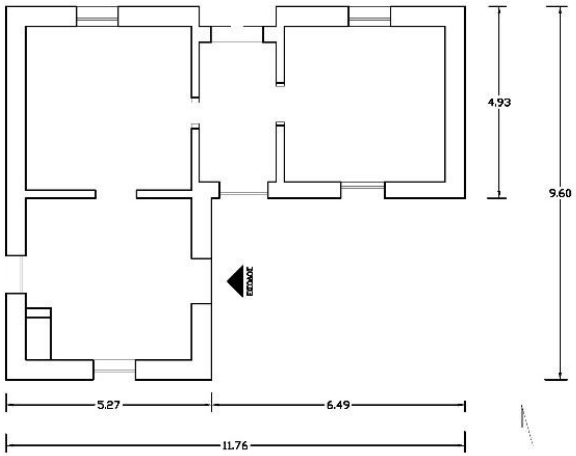


***Εικόνα 41**. Πλινθόκτιστο κοντά στο ιστορικό κέντρο των Χανίων (αρχείο Α. Μουσουράκη, 2006).*

Πιο συγκεκριμένα έχει εντοπιστεί μία κατοικία περίπου 80 τ.μ. στην περιοχή των Μουρνίων σε απόσταση 2 χλμ. από το κέντρο των Χανίων (γεωγραφικό πλάτος: 35°29'47.2"Β, γεωγραφικό μήκος: 24°00'38.9"Α). Αποτελείται από τρία δωμάτια και έναν μικρό προθάλαμο και είναι κατασκευασμένη στο μεγαλύτερό της ποσοστό από ωμόπλινθους (εικόνα 42,43,44). Οι διαστάσεις των μεγάλων πλίνθων είναι περίπου 35-40*17*17 εκατοστών και των μικρών 15*13-17*17 εκατοστών. Οι πλίνθοι περιέχουν στη σύνθεσή τους μικρά βότσαλα και άχυρο και δομούν εσωτερικούς τοίχους πάχους 20 εκατοστών και εξωτερικούς 50 εκατοστών. Το κτίσμα είναι ενός ορόφου, σχήματος Γ και με νότιο προσανατολισμό. Η κατοικία παρουσιάζει διάφορες φθορές. Η πιο σημαντική είναι η καταστροφή, στη βόρεια πλευρά της οικίας, ενός κομματιού στην άκρη της στέγης με αποτέλεσμα να έχει γκρεμιστεί η βορειοανατολική γωνία του κτίσματος λόγω εισροής νερού.

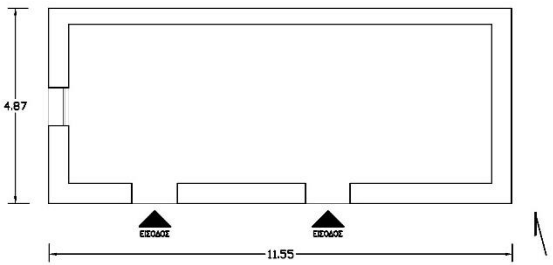
***Εικόνα 42**. Φωτογραφική απεικόνιση μονώροφης κατοικίας στις Μουρνιές το 2010 (αρχείο Α. Μουσουράκη).*

***Εικόνα 43**.* Φωτογραφική απεικόνιση μονώροφης κατοικίας στις Μουρνιές το 2019 (προσωπικό αρχείο).



Εικόνα 44. *Μονώροφη εγκαταλελειμμένη κατοικία στις Μουρνιές. Απεικονίζεται το εσωτερικό της και οι ωμόπλινθοι της οικίας. Παρατηρείται ότι η φθορά στην κεραμοσκεπή που προϋπήρχε από το 2010 έχει προκαλέσει τη περαιτέρω διάβρωση του υλικού. Επίσης, παρατίθεται η κάτοψη της αποτύπωσης που πραγματοποιήθηκε για το κτίσμα. (προσωπικό αρχείο, 2019)*

Σε κοντινή απόσταση βρίσκεται και μία μικρότερη κατοικία ενός ορόφου (εικόνα 45) περίπου 55 τετραγωνικών μέτρων (γεωγραφικό πλάτος: 35°29'40.1"Β, γεωγραφικό μήκος: 24°01'12.2" Α). Οι διαστάσεις των πλίνθων είναι περίπου 12-20*12 εκατοστών και σε μεγάλο ποσοστό της σύνθεσή τους περιέχουν βότσαλα. Οι φθορές που παρουσιάζει είναι μικρότερης κλίμακας. Ο προσανατολισμός του κτίσματος είναι βορεινός έχοντας και μια μικρή αυλή σ 'αυτήν την πλευρά. Το σχήμα της είναι μακρόστενο και θυμίζει τις αγροτικές κατοικίες που εξυπηρετούσαν τις τρεις λειτουργικές ανάγκες, τη διαμονή της οικογένειας, τη σταύλιση των ζώων και την αποθήκευση των γεωργικών προϊόντων. Αυτές οι ανάγκες επιτυγχάνονταν καλύτερα στην μακρόστενη κατοικία ή όπως αλλιώς ονομάζεται μακρινάρι ή πλατυμέτωπη ή σπίτι στο μάκρος.[57]



***Εικόνα 45**. Εξωτερικές όψεις ισόγειας κατοικίας στις Μουρνιές (2019) και κάτοψη αποτύπωσης του κτίσματος που πραγματοποιήθηκε. (προσωπικό αρχείο, 2019)*

[57] Οικονόμου Κ. σ.238

***Εικόνα 46**. Φθορές ισόγειας κατοικίας στις Μουρνιές (προσωπικό αρχείο, 2019).*

Στην περιοχή Νεροκούρος έχει εντοπιστεί μικρό οικοδόμημα 20 τ.μ. δομημένο με ωμόπλινθους (εικόνα 47) διαστάσεων 41*15 εκατοστών και 20,5*15 εκατοστών (γεωγραφικό πλάτος: 35°29'20.3"Β, γεωγραφικό μήκος: 24°02'12.3"Α).

Εικόνα 47. *Το μικρό κτίσμα στη περιοχή Νεροκούρος και η κάτοψη αποτύπωσής του που πραγματοποιήθηκε (προσωπικό αρχείο, 2019).*

Υπάρχουν κτίσματα στα οποία εντοπίζεται η χρήση ωμοπλίνθων είτε σε κάποιον μεταγενέστερο τοίχο είτε σε κάποια προσθήκη, όπως για παράδειγμα δημιουργία μιας αποθήκης (εικόνα 48) σε υφιστάμενη πέτρινη οικία στα Περιβόλια (γεωγραφικό πλάτος: 35°29'13.4"Β, γεωγραφικό μήκος: 23°59'45.7"Α) που όπως μας ενημέρωσε ο ιδιοκτήτης κατασκευάστηκε από τους Μικρασιάτες γονείς του.

Εικόνα 48. *Τοίχος αποθήκης από ωμοπλινθοδομή δίπλα σε πέτρινη οικία (προσωπικό αρχείο, 2019).*

Επίσης, σε κοντινή απόσταση εντοπίστηκε προσθήκη ωμοπλίνθων ως γέμισμα για δημιουργία εσωτερικού διαχωριστικού τοίχου σε τόξο ενός μετοχιού (γεωγραφικό πλάτος: 35°29'02.9"Β, γεωγραφικό μήκος: 23°59'41.7"Α). Οι πλιθιές έχουν διαστάσεις περίπου 40*12 εκατοστά και είναι τοποθετημένες πάνω σε λίθινη βάση. Οι φθορές του κτίσματος είναι εκτεταμένες λόγω κατάρρευσης της στέγης.

Εικόνα 49. *Τοίχος από ωμόπλινθους πάνω σε λίθινη βάση (προσωπικό αρχείο, 2019).*

Στην ίδια περιοχή (γεωγραφικό πλάτος: 35°29'16.0"Β, γεωγραφικό μήκος: 23°59'42.3"Α) εντοπίζεται και ισόγεια κατοικία (εικόνα 50) με υπόγειο χώρο η οποία στο μεγαλύτερό της ποσοστό αποτελείται από ωμόπλινθους.

***Εικόνα 50**. Ισόγειο κτίσμα με υπόγειο (προσωπικό αρχείο, 2019).*

Στα Περιβόλια εντοπίζεται και διώροφη κατοικία (γεωγραφικό πλάτος: 35°29'02.9"Β, γεωγραφικό μήκος: 23°59'41.8"Α) κατασκευασμένη με ωμόπλινθους (εικόνα 51).

Εικόνα 51. *Διώροφη κατοικία στα Περιβόλια (αρχείο Α. Μουσουράκη, 2013).*

Επίσης έχουν αποτυπωθεί πλινθόκτιστα κτήρια σε παλαιότερες φωτογραφικές καταγραφές τα οποία σήμερα δεν υπάρχουν. Αυτό μας κάνει να πιστεύουμε, σε συνδυασμό και με προφορικές αναφορές, ότι ο αριθμός των πλινθόκτιστων κτηρίων στη περιοχή αυτή ήταν μεγαλύτερος. Για τα κτήρια αυτά δεν υπάρχουν γραπτές αναφορές ή πληροφορίες εκτός από λίγες προφορικές μαρτυρίες που τα χαρακτηρίζουν ως προσφυγικά, κατασκευασμένα γύρω στο 1922 μετά την ανταλλαγή των πληθυσμών λόγω της Μικρασιατικής καταστροφής.

Η μεγαλύτερη δυσκολία στην έρευνα πήλινων κτισμάτων είναι ο εντοπισμός τους. Σε αντίθεση με τη μεγάλη διαθεσιμότητα σε πρώτες ύλες (πηλός, άχυρο) και την ευκολία δόμησης, μεγάλο πρόβλημα αποτελούν οι εκτεταμένες φθορές κυρίως λόγω της εισροής νερού στο εσωτερικό του κτηρίου μετά από τη φθορά της κεραμοσκεπής. Τα κτήρια αυτά με την ολοκλήρωση του κύκλου ζωής τους επανεντάσσονται στο φυσικό τους περιβάλλον με ενδεχόμενη ανακύκλωση τους.

Η συνολική εικόνα των πλινθόκτιστων στα Χανιά που έχουν εντοπιστεί μέχρι στιγμής μας δείχνει ότι πρόκειται κυρίως για μονώροφα κτίσματα σε κοντινή απόσταση, έως 4 χιλιόμετρα, από το κέντρο των Χανίων. Βρίσκονται διασκορπισμένα στον αστικό ιστό, σε περιοχές πεδινές και τα περισσότερα από αυτά ήταν κατοικίες. Λίγα από αυτά χρησιμοποιούνται σήμερα. Για τον λόγο αυτό παρουσιάζουν φθορές με τις σημαντικότερες να προκαλούνται από την εισροή νερού από κατεστραμμένες κεραμοσκεπές.

КАТАГРАФН

4. Καταγραφή και τεκμηρίωση κτισμάτων από πηλό ως μέσο διάσωσης της αρχιτεκτονικής κληρονομιάς

Τα στοιχεία που σχετίζονται με τις ιστορικές καταγραφές κατασκευών από πηλό στη μινωική Κρήτη είναι περιορισμένα, ενώ υπάρχουν ελάχιστα στοιχεία που αφορούν στις ωμοπλίνθους και τις τεχνικές δόμησής τους. Υπάρχει επομένως ανάγκη οργάνωσης της πληροφορίας για να ξεκινήσει μια εμπεριστατωμένη τεκμηρίωση των πλινθόκτιστων στον ελλαδικό χώρο.

Η ανάγκη καταγραφής όλων αυτών των κτισμάτων και των τεχνικών δόμησής τους είναι επιτακτική για τον λόγο ότι η φθορά τους είναι πλέον ραγδαία μετά από τη χρόνια εγκατάλειψη που έχουν υποστεί τα περισσότερα. Ο εντοπισμός τέτοιου είδους κτισμάτων είναι αρκετά δύσκολος λόγω των ελλιπών καταγεγραμμένων πληροφοριών και στοιχείων. Εντούτοις, αποτελούν σημαντικό κομμάτι της πολιτιστικής μας κληρονομιάς.

Το πρώτο στάδιο της έρευνα βασίζεται στην καταγραφή και οργάνωση της υπάρχουσας πληροφορίας που έχει συλλεχθεί με την προσωπική μελέτη και τις επιτόπιες επισκέψεις. Για την καταγραφή και τη χαρτογράφηση της αρχιτεκτονικής με ωμό πηλό έχουν δημιουργηθεί καρτέλες στις οποίες συμπληρώνονται τα βασικά στοιχεία του κτίσματος, όπως οι συντεταγμένες του, τα αρχιτεκτονικά και βιοκλιματικά χαρακτηριστικά του, η κατάστασή του, φωτογραφίες, σχέδια αλλά και τα στοιχεία του εκάστοτε καταγραφέα.

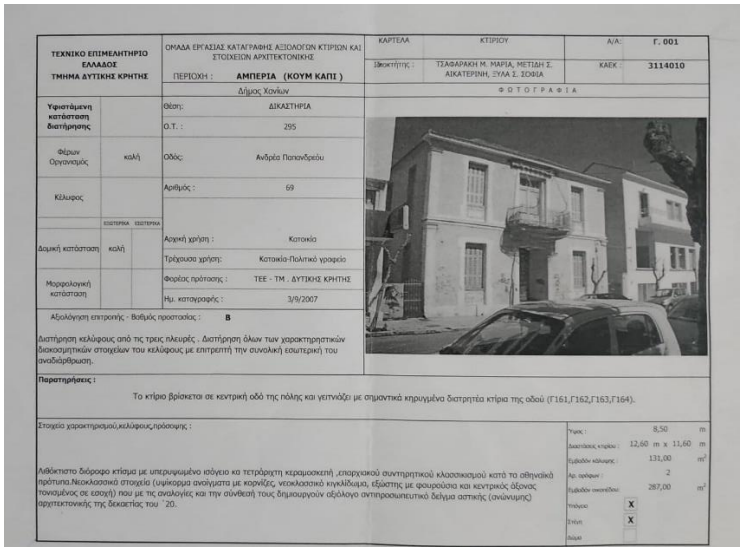
Για τη δημιουργία και το στήσιμο της καρτέλας πραγματοποιήθηκε έρευνα του τρόπου που δομείται η πληροφορία σε καρτέλες του Δήμου Χανίων (εικόνα 52) που αφορούν σε διατηρητέα κτήρια αλλά και σε καρτέλες καταγραφής (εικόνα 53) προστατευόμενων κτισμάτων στην περιοχή του Abruzzo της Ιταλίας[58]. Αυτή η περιοχή έχει παράδοση σε κτίσματα από πηλό και έχει γίνει μια οργανωμένη καταγραφή των πηλόκτιστων που εντοπίζονται σ 'αυτήν. Σημαντικές πληροφορίες

[58] *Terra cruda,* Penne, Italy, 1999

αντλούμε και από το Craterre[59]. Διαμορφώθηκε έτσι καρτέλα (εικόνα 54) μοναδική για κάθε κτίσμα, η οποία φέρει τον εκάστοτε κωδικό του πήλινου κτίσματος που καταγράφεται και σ΄αυτήν συμπληρώνονται κατά τη διάρκεια της καταγραφής ή αποτύπωσης τα διάφορα πεδία με τα χαρακτηριστικά του κτίσματος.

Επιπλέον, για την πιο εύκολη και γρήγορη καταγραφή πήλινων κτισμάτων δημιουργήθηκε και μια ηλεκτρονική πλατφόρμα (εικόνα 55) στην οποία μπορεί ο χρήστης εισάγοντας τα στοιχεία του, να προσθέσει κάποιο κτίσμα από ωμό πηλό που έχει εντοπίσει, συμπληρώνοντας εύκολα τα διάφορα πεδία που του εμφανίζονται, καθιστώντας έτσι την πλατφόρμα εξαιρετικά διαδραστική. Αυτό συμβαίνει διότι το ίδιο το υλικό και οι τεχνικές του είναι διαδραστικές καθώς η χρήση του και ο τρόπος εφαρμογής του υλικού μπορεί να διαδοθεί μέσα από συμμετοχή σε εργαστήρια και κατασκευές, χωρίς την προαπαίτηση τεχνικών γνώσεων. Επιτυγχάνεται έτσι η ηλεκτρονική καταγραφή αυτών των κτισμάτων στα πλαίσια της διατήρησης και διάδοσης αυτών των τεχνικών δόμησης. Ταυτόχρονα, αυτή η διαδικασία προσφέρει μια γενικότερη πληροφόρηση για τις θέσεις των πήλινων και των χαρακτηριστικών τους, επομένως μπορούν να εξαχθούν στατιστικά στοιχεία και να προκύψουν συμπεράσματα που αφορούν τεχνικές και άλλες λεπτομέρειες. Αυτή η διαδικασία είναι σημαντικό να πραγματοποιηθεί για όλον τον ελλαδικό χώρο βοηθώντας έτσι στην περαιτέρω έρευνα των ιστορικών, τεχνικών και περιβαλλοντικών χαρακτηριστικών αυτών των κτισμάτων και ταυτόχρονα με τη δημοσιοποίηση των στοιχείων να επιτευχθεί η ευαισθητοποίηση των πολιτών τόσο για τη διάσωση πολύτιμων στοιχείων δόμησης όσο και για τη σπουδαιότητα της πολιτισμικής κληρονομίας σχετιζόμενης με τον πηλό ως δομικό υλικό.

[59] https://craterre.hypotheses.org/



ΤΕΧΝΙΚΟ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟ ΕΛΛΑΔΟΣ
ΤΜΗΜΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΚΡΗΤΗΣ

ΟΜΑΔΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗΣ ΑΞΙΟΛΟΓΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ ΚΑΙ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗΣ

ΠΕΡΙΟΧΗ : **ΑΜΠΕΡΙΑ (ΚΟΥΜ ΚΑΠΙ)**

Δήμος Χανίων

ΚΑΡΤΕΛΑ	ΚΤΙΡΙΟΥ	Α/Α:	**Γ. 001**
Ιδιοκτήτης :	ΤΣΑΦΑΡΑΚΗ Μ. ΜΑΡΙΑ, ΜΕΤΣΗ Σ. ΑΙΚΑΤΕΡΙΝΗ, ΣΥΛΑ Σ. ΣΟΦΙΑ	ΚΑΕΚ :	**3114010**

Φ Ο Τ Ο Γ Ρ Α Φ Ι Α

Υφιστάμενη κατάσταση διατήρησης		Θέση:	ΔΙΚΑΣΤΗΡΙΑ
		Ο.Τ. :	295
Φέρων Οργανισμός	καλή	Οδός:	Ανδρέα Παπανδρέου
Κέλυφος		Αριθμός :	69
	ΕΣΩΤΕΡΙΚΑ ΕΞΩΤΕΡΙΚΑ		
Δομική κατάσταση	καλή	Αρχική χρήση :	Κατοικία
		Τρέχουσα χρήση:	Κατοικία-Πολιτικό γραφείο
Μορφολογική κατάσταση		Φορέας πρότασης :	ΤΕΕ - ΤΜ . ΔΥΤΙΚΗΣ ΚΡΗΤΗΣ
		Ημ. καταγραφής :	3/9/2007

Αξιολόγηση επιτροπής - Βαθμός προστασίας : **Β**

Διατήρηση κελύφους από τις τρεις πλευρές . Διατήρηση όλων των χαρακτηριστικών διακοσμητικών στοιχείων του κελύφους με επιτρεπτή την συνολική εσωτερική του αναδιάρθρωση.

Παρατηρήσεις :

Το κτίριο βρίσκεται σε κεντρική οδό της πόλης και γειτνιάζει με σημαντικά κηρυγμένα διατηρητέα κτίρια της οδού (Γ161,Γ162,Γ163,Γ164).

Στοιχεία χαρακτηρισμού,κελύφους,πρόσοψης :

Λιθόκτιστο διόροφο κτίσμα με υπερυψωμένο ισόγειο και τετράχτη κεραμοσκεπή ,επαρχιακού συντηρητικού κλασσικισμού κατά το αθηναϊκό πρότυπο.Νεοκλασσικά στοιχεία (υψίκορμα ανοίγματα με κορνίζες νεοκλασσικό κιγκλίδωμα, εξώστης με φουρούσια και κεντρικός δόξινας τυπωμένος σε εσοχή) που με τις ανιλόγιες και την σύνθεσή τους δημιουργούν οξύλογο αντιπροσωπευτικό δείγμα αστικής (ανώνυμης) αρχιτεκτονικής της δεκαετίας του ΄20.

Ύψος :	8,50	m
Διαστάσεις κτιρίου :	12,60 m x 11,60	m
Εμβαδόν κάλυψης :	131,00	m^2
Αρ. ορόφων :	2	
Εμβαδόν οικοπέδου :	287,00	m^2
Υπόγειο	X	
Στέγη	X	
Δώμα		

SERRAMONACESCA

CARTA TECNICA ITALIA MERIDIONALE
ELEMENTO 361104 - SCALA 1/5000

SITO	TIPO	STATO	TECNICA	CATASTO	DEST. URB.
*		B	MASS	FOG. 1 P.lla 164	PRG ZONA 'E' 2 SR

Serramonacesca. Localita San Iennio, casa Spadaccini.

- Manufatto isolato esperimente ad una fattoria costituita da due edifici in terra cruda, collocato lungo una strada secondaria, in collina e in posizione panoramica.

- Il manufatto, di modie dimensioni, presenta due piani collegati da una scala posta ortogonalmente alla facciata: pianta rettangolare con quattro ambienti, sotto a capanna. Un volume di servizio è stato costruito su fronte principale della casa.

- La tecnica costruttiva utilizzata è il muraglie, con alcune parti intonacate in calce, zoccolo in laterizio, scala in mattoni e cemento.

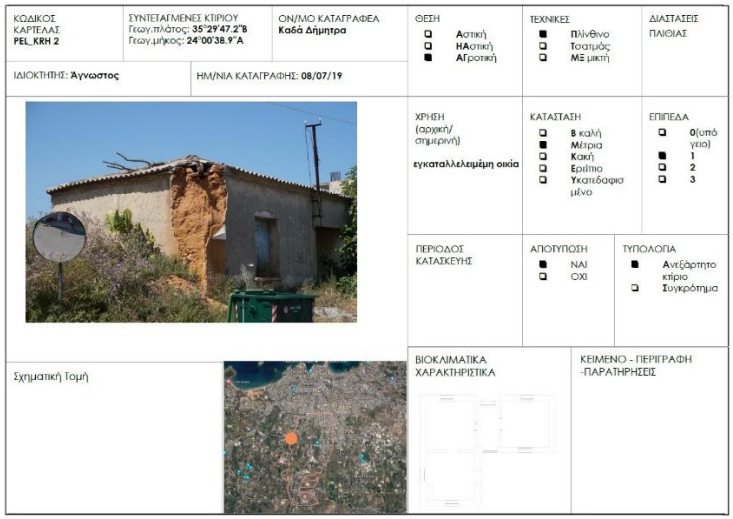
- L'edificio si presenta in buone condizioni. Attualmente non presenta interventi di consolidamento o di risanamento che ne abbiano alterato i caratteri.

- L'edificio è abitato.

CARTA REGIONALE SCALA 1/100.000

***Εικόνα 52**. Καρτέλα καταγραφής διατηρητέων κτηρίων Δήμου Χανίων.*

***Εικόνα 53**. Καρτέλα καταγραφής προστατευόμενων κτισμάτων περιοχής Abruzzo Ιταλίας.*



ΚΩΔΙΚΟΣ ΚΑΡΤΕΛΑΣ
PEL_KRH 2

ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ ΚΤΙΡΙΟΥ
Γεωγ.πλάτος: **35°29'47.2"Β**
Γεωγ.μήκος: **24°00'38.9"Α**

ΟΝ/ΜΟ ΚΑΤΑΓΡΑΦΕΑ
Καδά Δήμητρα

ΙΔΙΟΚΤΗΤΗΣ: **Άγνωστος**

ΗΜ/ΝΙΑ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗΣ: **08/07/19**

ΘΕΣΗ
- ☐ Αστική
- ☐ ΗΑστική
- ■ ΑΓροτική

ΤΕΧΝΙΚΕΣ
- ■ Πλίνθινο
- ☐ Τσατμάς
- ☐ ΜΞ μικτή

ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΠΛΙΘΙΑΣ

ΧΡΗΣΗ (αρχική/σημερινή)
εγκαταλελειμέμη οικία

ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ
- ☐ Β καλή
- ■ Μέτρια
- ☐ Κακή
- ☐ Ερείπιο
- ☐ Υκατεδαφιο μένο

ΕΠΙΠΕΔΑ
- ☐ 0(υπόγειο)
- ■ 1
- ☐ 2
- ☐ 3

ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ
- ■ ΝΑΙ
- ☐ ΟΧΙ

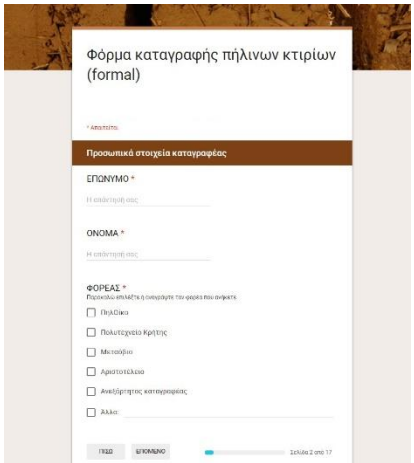
ΤΥΠΟΛΟΓΙΑ
- ■ Ανεξάρτητο κτίριο
- ☐ Συγκρότημα

Σχηματική Τομή

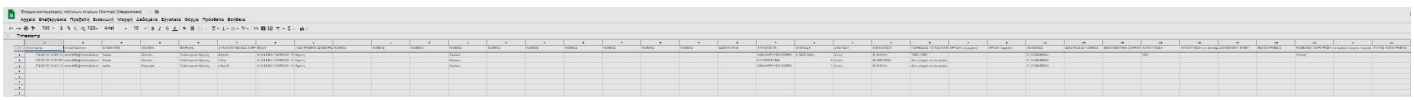
ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

ΚΕΙΜΕΝΟ - ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ -ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ

***Εικόνα 54.** Καρτέλα που δημιουργήθηκε για τα πήλινα κτίσματα, μοναδική για κάθε ένα που καταγράφεται.*



***Εικόνα 55**. Ηλεκτρονική πλατφόρμα που δημιουργήθηκε για καταγραφή πήλινων κτισμάτων.*



***Εικόνα 56.** Βάση δεδομένων που προκύπτει από τη φόρμα καταγραφής πήλινων κτισμάτων*

ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΙΣΜΟΙ

5. ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΙΣΜΟΙ

Στην Ελλάδα εντοπίζονται αρκετά πηλόκτιστα διάσπαρτα στον αστικό ιστό και στην ύπαιθρο. Κινδυνεύουν όμως από αφανισμό λόγω της εγκατάλειψης, της έλλειψης απαιτούμενων πρακτικών και μεθόδων αποκατάστασης και συντήρησής τους. Αν και στο παρελθόν ο πηλός αποτελούσε κύριο δομικό υλικό, τις τελευταίες δεκαετίες έχουν πάρει τη θέση του σύγχρονα υλικά και μέθοδοι, όπως το οπλισμένο σκυρόδεμα, καθώς υστερεί σε θεσμικό και ερευνητικό πλαίσιο. Όμως, η συνθήκη αυτή αρχίζει και αλλάζει, καθώς η μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης στα κτήρια, απαιτεί υλικά που είναι φιλικά προς το περιβάλλον, με χαμηλό ενεργειακό κόστος εξόρυξης, επεξεργασίας, κατασκευής και ανακυκλωσιμότητας. Τις προϋποθέσεις αυτές υπερκαλύπτει ο πηλός, γι' αυτό και έχει επανέλθει στη σύγχρονη δόμηση με τη χρήση όμως της τεχνολογίας και σύγχρονων μεθόδων και τεχνικών. Τα παλαιότερα μικρότερα κτίσματα από πλιθιές δεν πρέπει να συγκρίνονται με τα σύγχρονα φυσικής δόμησης πήλινα κτίσματα καθώς διαφέρουν σε τρόπο δόμησης και αισθητικού αποτελέσματος. Πρόκειται για κατασκευές που πληρούν τις σημερινές ανάγκες όπως για παράδειγμα τις ενεργειακές, τις κατασκευαστικές και τις λειτουργικές.

Όπως διαπιστώνεται από την έρευνα που έχει πραγματοποιηθεί, η τεχνική των πλινθόκτιστων έχει αντικατασταθεί κυρίως με αυτή του αχυροπηλού. Είναι αρκετά τα παραδείγματα τέτοιων κατασκευών που εντοπίζονται στην Κρήτη και μαρτυρούν αυτήν την αλλαγή που αρχίζει να γίνεται όσον αφορά τη φυσική δόμηση με πηλό και την έρευνα γύρω από αυτό το υλικό.

Στα πλαίσια συνέντευξης με τους μηχανικούς των κατασκευών φυσικής δόμησης τονίζεται ότι η κατασκευαστική τεχνική του αχυροπηλού προτιμάται, διότι είναι μια απλή τεχνική η οποία δεν απαιτεί εξειδικευμένο συνεργείο για την κατασκευή της τοιχοποιίας, είναι μικρό το πάχος του τοίχου (<50εκ.) και χωρίς επιπλέον μονωτικό υλικό επιτυγχάνεται καλή ενεργειακή συμπεριφορά του

κτηρίου. Επίσης, ο τοίχος λόγω του πηλού και του άχυρου έχει καλή θερμοχωρητικότητα και η ξυλεία που εγκιβωτίζεται μέσα του προστατεύεται και διατηρείται από τον πηλό.

Στην Κρήτη έχουν κατασκευαστεί σύγχρονα κτίσματα φυσικής δόμησης, τα οποία έχουν προσαρμοστεί στα νέα δεδομένα και εντάσσονται πλήρως στο φυσικό τους περιβάλλον. Ένα παράδειγμα τέτοιου κτίσματος είναι ο σεμιναριακός χώρος στο Δράπανο Αποκορώνου, που ολοκληρώθηκε το 2011. Πρόκειται για ισόγειο κτίσμα 260 τ.μ με αίθουσες για ομιλίες και χώρο εστίασης για την Ευρωπαϊκή Ακαδημία Βιωσιμότητας. Είναι κατασκευασμένο από ξύλινο φέροντα σκελετό και έχει εξωτερική τοιχοποιία από αχυρόμπαλες της περιοχής και πέτρα. Οι εσωτερικές του τοιχοποιίες είναι από ωμόπλινθους και, όπως μας ενημέρωσε η μία αρχιτέκτονας του έργου, αυτοί κατασκευάστηκαν στο οικόπεδο από το χώμα της εκσκαφής, που είχε καλό ποσοστό αργίλου. Τα εξωτερικά του επιχρίσματα είναι ασβεστοκονιάματα σε τρεις στρώσεις και τα εσωτερικά είναι πηλοασβεστοκονιάματα. Ως μέσο θέρμανσης διαθέτει ενεργειακό τζάκι ενώ για ψύξη μόνο ανεμιστήρες οροφής.

Εικόνα 57. *Εξωτερικές απόψεις του σεμιναριακού χώρου στο Δράπανο Αποκορώνου, Χανιά Κρήτης, , Ζέτα Χρυσαφάκη – Αντωνία Διαμαντάκη, 2011*

Εικόνα 58. *Φωτογραφικό υλικό από τα στάδια κατασκευής του σεμιναριακού χώρου στο Δράπανο Αποκορώνου, Χανιά Κρήτης, Ζέτα Χρυσαφάκη – Αντωνία Διαμαντάκη, 2011*

Στα σύγχρονα κτίσματα από φυσική δόμηση δεν θα δούμε εύκολα κάποιο κατασκευασμένο εξολοκλήρου από πλιθιές. Αυτό γιατί είναι μια διαδικασία αρκετά χρονοβόρα και απαιτεί μεγάλο εργατικό δυναμικό για την παραγωγή ωμοπλίνθων, καθώς δεν είναι ένα προϊόν τυποποιημένο. Επίσης, οι κατασκευές από πηλό στην Ελλάδα απαιτούν έναν ανεξάρτητο φέροντα οργανισμό, καθώς δεν υπάρχει κανονισμός για φέρουσες τοιχοποιίες παραδείγματος χάρη από πλίνθους, αχυρόμπαλες, cob ή rammed earth. Ακόμα, δεν υπάρχουν τοπικά τυποποιημένα και πιστοποιημένα υλικά και δομικά στοιχεία από πηλό στην ελληνική αγορά.

Η κατασκευαστική τεχνική που απαντάται σήμερα, όχι μόνο στην Κρήτη αλλά και σε ολόκληρη την Ελλάδα, είναι αυτή του αχυροπηλού (light clay), όπως παρουσιάστηκε στο κεφάλαιο 2.2.2.2.. Σύμφωνα με τους μηχανικούς, αυτή η τεχνική επιλέγεται, γιατί είναι σχετικά εύκολη στην εφαρμογή με χαμηλό κατασκευαστικό κόστος ανταγωνιστικό με τις συμβατικές κατασκευές. Αποτελεί μια σύγχρονη μέθοδο που προσδίδει καλή αντισεισμική προστασία, καλή θερμομόνωση, πυρασφάλεια και ακουστική μόνωση.

Παράδειγμα τέτοιας κατασκευής αποτελεί η παρακάτω κατοικία για μια τετραμελή οικογένεια στον Δήμο Αποκορώνου στα Χανιά. Η κατοικία είναι 125 τ.μ. κατασκευασμένη από ξύλινο φέροντα σκελετό και τοιχοποιία αχυροπηλού πάχους 35 εκατοστών. Τα εξωτερικά επιχρίσματα είναι ασβεστοκονιάματα, ενώ τα εσωτερικά πηλοκονιάματα. Σύμφωνα με την αρχιτέκτονα, η κατασκευή πραγματοποιήθηκε τους μήνες Ιούνιο και Ιούλιο και χρειάστηκε να περιμένουν μέχρι το Νοέμβριο για να στεγνώσει ο πηλός και να ξεκινήσει η διαδικασία των επιχρισμάτων, αφού πρώτα είχε πραγματοποιηθεί μέτρηση υγρασίας με υγρόμετρα και ήταν κάτω από το 15% το ποσοστό υγρασίας. Η κατοικία διαθέτει ως μέσο θέρμανσης ένα ενεργειακό τζάκι, ενώ δεν διαθέτει κανένα μηχανικό μέσο ψύξης. Μετά των τέλος των εργασιών και βλέποντας την τελική μορφή της κατασκευής διαπιστώνεται και τονίζεται, επίσης από την αρχιτέκτονα και κατασκευάστρια του έργου,

ότι μπορεί να επιτευχθεί ένα αισθητικό αποτέλεσμα ισάξιο μιας συμβατικής κατασκευής χρησιμοποιώντας φυσικά υλικά.

***Εικόνα 59**. Ο ξύλινος φέρων σκελετός και η πλήρωσή του με αχυροπηλό, Χρυσαφάκη Ζέτα, 2013-2014*

Εικόνα 60. *Παραγωγή ωμοπλίνθων από το χώμα της εκσκαφής και δοκιμαστικά τεστ για τις στρώσεις των επιχρισμάτων, Χρυσαφάκη Ζέτα, 2013-2014*

Εικόνα 61*. Εξωτερικές και εσωτερικές όψεις της κατοικίας κατασκευασμένης με αχυροπηλό, Αποκώρονας Χανιά Κρήτης, Χρυσαφάκη Ζέτα, 2013-2014*

Επίσης, ένα ακόμα παράδειγμα αποτελεί η εξοχική κατοικία για πολυμελή οικογένεια στο Βαφέ Χανίων. Έχει και αυτή ξύλινο φέροντα οργανισμό και τοιχοποιία από μείγμα αχυροπηλού. Τμήμα της κατοικίας είναι και από φέρουσα οπτοπλινθοδομή.

Εικόνα 62. *Στάδια κατασκευής τοιχοποιίας από μείγμα αχυροπηλού, Χανιά Κρήτης, Μουσουράκης Απόστολος*

Τέλος, θα παρουσιαστεί μία ισόγεια κατοικία στη νότια Κρήτη η οποία ολοκληρώθηκε το 2020. Η κατασκευαστική τεχνική που χρησιμοποιήθηκε για αυτήν την κατοικία 170 τ.μ είναι, και εδώ, του αχυροπηλού πλαισιωμένου σε ξύλινο φέροντα οργανισμό.

Εικόνα 63. *Στάδια κατασκευής κατοικίας με αχυροπηλό στη Νότια Κρήτη, Μουσουράκης Απόστολος, 2018-2020*

Στις φωτογραφίες διακρίνουμε τις κατασκευαστικές φάσεις ξεκινώντας με τη θεμελίωση του κτίσματος. Σύμφωνα με τον αρχιτέκτονα είναι μια συμβατική θεμελίωση με σύστημα πεδιλοδοκών. Ο ξύλινος φορέας στη συγκεκριμένη περίπτωση σχεδιάστηκε από ξύλα μεγάλων διατομών δημιουργώντας έτσι μια αρκετά στιβαρή κατασκευή, η οποία πρέπει να αντέχει του ισχυρούς ανέμους της περιοχής. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν τα μεταλλικά ελάσματα, τα οποία αποτελούν ίσως το πιο δύσκολο κομμάτι σχεδίασης, κατασκευής και εφαρμογής σε ένα τέτοιο κτίσμα. Μετά την ολοκλήρωση του ξύλινου σκελετού γίνεται προετοιμασία των πρώτων υλών. Στο έργο αυτό χρησιμοποιήθηκε άχυρο από τον κάμπο της Μεσσαράς, δηλαδή από την γύρω περιοχή, καθώς επίσης και το χώμα της εκσκαφής, το οποίο μετά την εργαστηριακή ανάλυση και τα εμπειρικά τεστ φάνηκε ότι ήταν πλούσιο σε άργιλο και επομένως κατάλληλο για την κατασκευή του αχυροπηλού. Σημαντικό πλεονέκτημα αποτέλεσε ότι οι βασικές πρώτες ύλες, χώμα και άχυρο, ήταν από την περιοχή μειώνοντας αρκετά το κόστος της κατασκευής. Στη συνέχεια δημιουργήθηκαν διάφορα δοκίμια αχυροπηλού για να βρεθεί η επιθυμητή σύσταση και το ειδικό βάρος που θα κάλυπτε τον συντελεστή θερμοπερατότητας για τη μελέτη θερμομόνωσης που συντάχθηκε στα πλαίσια του Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων (ΚΕΝΑΚ). Επίσης, σημαντικό βήμα είναι η κατασκευή ενός δευτερεύοντα ξύλινου σκελετού, ο οποίος αναπτύσσεται κυρίως οριζόντια ανά 55 εκατοστά και αποτελείται από ξύλα μικρής διατομής περίπου 4*4 εκατοστών. Ο σκελετός αυτός βοηθάει στη διαμόρφωση των ανοιγμάτων, στη στερέωση του καλουπιού και στην τοποθέτηση υδραυλικών, ηλεκτρομηχανολογικών και άλλων εξοπλισμών. Όσον αφορά τα επιχρίσματα, χρησιμοποιήθηκαν ασβεστοκονιάματα στις εξωτερικές επιφάνειες και ασβεστοπηλοκονιάματα στις εσωτερικές. Τέλος, να αναφέρουμε ότι ο ιδιοκτήτης συμμετείχε ενεργά σε όλα τα στάδια κατασκευής της οικίας του και ήταν απόλυτα συνειδητοποιημένος για την εξέλιξη του έργου.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Ένα από τα βασικά ζητούμενα της σύγχρονης αρχιτεκτονικής είναι η υψηλή ενεργειακή αποδοτικότητα του κτίσματος. Σε λίγα χρόνια θα απαιτείται από τους κανονισμούς να χρησιμοποιούνται στη δόμηση υλικά φιλικά προς το περιβάλλον, ώστε να είναι και ανακυκλώσιμα μετά τη κατεδάφιση του κτίσματος. Τα υλικά θα πρέπει να είναι όχι μόνο χαμηλού ενεργειακού αποτυπώματος αλλά και να βοηθούν μειώνοντας την κατανάλωση της συμβατικής ενέργειας στα κτήρια. Τέτοια πλεονεκτήματα προσφέρει ο πηλός γι' αυτό ερευνάται τόσο για τις ιδιότητές του, για την εφαρμογή των τεχνικών του στον ελλαδικό χώρο όσο και για τις απαιτήσεις συντήρησης των ήδη υπαρχόντων πηλόκτιστων. Στόχος είναι να μπορέσει να αναβιώσει αυτή η ξεχασμένη παραδοσιακή τεχνική στην Ελλάδα και το κομμάτι αυτό της αρχιτεκτονικής μας κληρονομιάς να συνεχίσει να υφίσταται. Σε αυτό συμβάλει και η συγκεκριμένη ερευνητική εργασία καθώς προσφέρει μια αναλυτική περιγραφή των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών και κατασκευαστικών τεχνικών του πηλού, καθώς επίσης και μια ιστορική αναδρομή σε εφαρμογές του πηλού από τη μινωική εποχή μέχρι σήμερα, ώστε να κατανοηθεί ο τρόπος που δουλεύεται το υλικό και οι δυνατότητες που προσφέρει, με έμφαση στις ιδιαιτερότητες της ελληνικής νομοθεσίας και κατασκευαστικής πρακτικής.

Μέσα από την επαφή με την κατασκευή σε κλίμακα 1:1 έγινε κατανοητό το εύρος των κατασκευών και των τεχνικών που συναντώνται στην Κρήτη. Σε αυτό συμβάλει και η καταγραφή που πραγματοποιείται και η ψηφιοποίηση του υλικού που αφορά στα πήλινα κτίσματα και με τη σειρά της αυτή ενισχύει τόσο την έρευνα για το υλικό όσο και την ενημέρωση του κοινού για τις δυνατότητες της εξολοκλήρου φυσικής δόμησης. Είναι πολύ σημαντικό αυτά τα κτίσματα να διατηρηθούν, να αξιοποιηθούν και να δοθούν σε χρήση τόσο για την προστασία του φυσικού μας περιβάλλοντος, όσο για τη διατήρηση αυτού του κομματιού της πολιτιστικής μας κληρονομιάς.

Μέσα από την έρευνα και μελέτη του πηλού διαπιστώθηκαν η πληθώρα πλεονεκτημάτων του, οι κατασκευαστικές του δυνατότητες, αλλά και τα ερευνητικά του κενά. Αν και στην Ελλάδα η

παραδοσιακή τεχνική που εντοπίζεται είναι αυτή των ωμοπλίνθων, σήμερα δεν μπορούμε να κατασκευάσουμε ένα κτίσμα εξολοκλήρου από αυτό το υλικό. Ο πηλός δεν μπορεί να χρησιμοποιεί ως φέρουσα τοιχοποιία καθώς δεν υπάρχουν οι αντίστοιχοι κανονισμοί στη νομοθεσία. Οι κατασκευές από πηλό στην Ελλάδα απαιτούν έναν ανεξάρτητο φέροντα οργανισμό για να μπορέσει να εφαρμοστεί ο αντισεισμικός κανονισμός. Όπως παρουσιάστηκε παραπάνω το υλικό που επιλέγεται να συνεργάζεται με τον πηλό στις κατασκευές είναι το ξύλο, δημιουργώντας έναν ξύλινο φέροντα οργανισμό ο οποίος μελετάται και σχεδιάζεται βάση του Ευροκώδικα 5. Είναι επομένως πολύ σημαντικό να συμπληρωθεί η κείμενη νομοθεσία και να δημιουργηθούν οι κανονισμοί για τις κατασκευές με πηλό. Αυτό συνεπάγεται την περαιτέρω έρευνα του συγκεκριμένου υλικού αλλά και την έρευνα για αντισεισμικά κατασκευαστικά συστήματα που θα έχουν ως κύριο δομικό υλικό τον πηλό.

Για να μπορέσει επομένως να διατηρηθεί η αρχιτεκτονική μας κληρονομιά με πηλό και να μπορούμε εύκολα χωρίς περιορισμούς να σχεδιάζουμε και να υλοποιούμε κατασκευές με κύριο δομικό υλικό τον πηλό στην Ελλάδα, είναι απαραίτητα τα επόμενα στάδια της μελέτης του υλικού. Το επόμενο βήμα της έρευνας είναι η μελέτη και ο τρόπος εφαρμογής των κατασκευαστικών τεχνικών που μπορούν να υλοποιηθούν στη σύγχρονη ελληνική αρχιτεκτονική. Όπως είδαμε στα παραδείγματα φυσικής δόμησης με χώμα, η τεχνική του αχυροπηλού επιλέγεται στη σύγχρονη δόμηση και είναι κατάλληλη για τη σεισμογενή χώρα μας. Η τεχνική αυτή διαθέτει τις προοπτικές να εξελιχθεί και μέσω της έρευνας να γίνει τεκμηριωμένα βιώσιμη και να έχει πιστοποίηση η διαδικασία κατασκευής της. Επομένως, η έρευνα για την αντισεισμική συμπεριφορά του αχυροπηλού κρίνεται πολύ σημαντική για την επίτευξη του παραπάνω στόχου. Επίσης επόμενο στάδιο που χρειάζεται περαιτέρω διερεύνηση είναι οι πρώτες ύλες που χρησιμοποιούνται με τον πηλό, όπως είναι οι φυτικές ίνες και κυρίως το άχυρο. Η πιστοποίηση και τυποποίηση αυτών των προϊόντων θα ενισχύσει τη φυσική δόμηση και θα προσφέρει την εξασφάλιση της ποιότητας και της

κατασκευής τόσο στους μηχανικούς, όσο και στους επιφυλακτικούς με τη δόμηση με χώμα πολίτες. Ακόμα, τυποποίηση θα μπορούσε να επιτευχθεί τόσο για τον ξύλινο σκελετό, για να μειωθεί το κόστος της κατασκευής, όσο και για τα πηλοκονιαμάτα που χρησιμοποιούνται σχεδόν σε όλες τις κατασκευές.

Όσον αφορά γενικότερα για τον πηλό ως δομικό υλικό, πέρα από την πιστοποίηση και τυποποίηση των υλικών και των τεχνικών, απαιτείται εκπαίδευση και γενικότερα κατάρτιση στο συγκεκριμένο πεδίο τόσο των μηχανικών, όσο και των κατασκευαστών. Η συμμετοχή σε σεμινάρια και η επαφή με το υλικό και τις κατασκευές κλίμακας 1:1 κρίνεται αναγκαία για κάποιον που επιθυμεί να ασχοληθεί με τον πηλό.

Επίσης είναι πολύ σημαντικό, εφόσον συμπληρωθούν οι κανονισμοί και η γενικότερη νομοθεσία για τον πηλό, να δοθούν στους μηχανικούς συγκεκριμένες τεχνικές οδηγίες και κανονισμοί που να αφορούν εκτός των νέων οικοδομών φυσικής δόμησης με πηλό, τα ήδη υπάρχοντα πηλόκτιστα που εντοπίζονται στον ελλαδικό χάρτη. Αυτά τα κτίσματα χρήζουν αποκατάσταση και συντήρηση και αυτά οφείλουν να γίνουν με σωστές μεθόδους και πρακτικές, οι οποίες θα διασφαλίσουν τη σταθερότητα και τη διάρκεια τους στο πέρασμα του χρόνου. Τα κτίσματα αυτά πρέπει να αξιοποιηθούν, να αναδειχθούν και να μελετηθούν. Η έρευνα αυτών θα αναδείξει τα οικολογικά και αειφόρα χαρακτηριστικά του πηλού, καθώς επίσης και τα αρχιτεκτονικά και αισθητικά χαρακτηριστικά του.

Σε όλη αυτήν την προσπάθεια ανάδειξης του πηλού θα βοηθήσει και η συνέχεια της καταγραφής και ψηφιοποίησης των εφαρμογών του πηλού σε όλη την Ελλάδα και η ιστορική τους τεκμηρίωσης. Με την μέχρι στιγμής έρευνα συμπεραίνεται ότι το υλικό αυτό έχει αρχίσει σταδιακά να κερδίζει έδαφος στο ελλαδικό τοπίο και να ενισχύεται από την ευρύτερη ανά τον κόσμο εδραίωσή του, μέσα στο πλαίσιο της παγκόσμιας στροφής προς μία πιο οικολογική και ανανεώσιμη αρχιτεκτονική αντίληψη.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ελληνική

Βαλαλάς Θ. Δημήτριος, *Εδαφομηχανική*, εκδ. οίκος Κυριακίδη, Θεσσαλονίκη, 1985

Ζαγορησίου Μαρία Γρ., *Λαϊκή αρχιτεκτονική στην Κρήτη*, εκδ. Μουσείο Μπενάκη, 1996

Ζώης Α., *Κρήτη - Εποχή του Λίθου*, Αθηναϊκός Τεχνολογικός Όμιλος: Αθηναϊκό Κέντρο Οικιστικής, Αθήνα, 1973

Ζώης Α., *Βασιλική Ι. Νέα Αρχαιολογική Έρευνα εις το Κεφάλι πλησίον του χωριού Βασιλικής Ιεράπετρας*, εκδ. Η εν Αθήναις Αρχαιολογική Εταιρεία, Αθήναι, 1976

Λαγουδάκη Ευγενία, *Πρόσφυγες, Στο Ηράκλειο του Μεσοπολέμου*, εκδ. Δοκιμάκης, 2009

Μαντζουράνη Ε., *Προϊστορική Κρήτη, Τοπογραφία και Αρχιτεκτονική, από τη νεολιθική εποχή έως και τους νεοανακτορικούς χρόνους*, Αθήνα, Ινστιτούτο του βιβλίου – Α. Καρδαμίτσα, 2002

Μιχαλάκης Κωνσταντίνος, *Ο Πηλός στην Οικοδομική*, εκδ. Προπομπός, 2019

Μπέη Ε. Γεωργία, *Τοιχοποιία από πηλό: Πειραματική διερεύνηση μηχανικών και φυσικών χαρακτηριστικών δομικών μονάδων και τοίχων από Συμπιεσμένες Ωμοπλίνθους*, Διδακτορική Διατριβή, ΑΠΘ, Θεσσαλονίκη 2004

Μπέη Ε. Γεωργία, *Σχεδιασμός κατασκευής από ωμοπλινθοδομή και αντισεισμική συμπεριφορά της,* Τεχνικά Χρονικά, Νοεμβριος - Δεκέμβριος 2010

Οικονόμου Κωνσταντίνος Ε., *Αστική και λαϊκή κατοικία στην ελληνική παράδοση*, εκδ. Ζήτη, 2013

Ορλάνδος Αναστάσιος Κ., Τραυλός Ιωάννης Ν., *Λεξικόν αρχαίων αρχιτεκτονικών όρων*, εκδ. Η εν Αθήναις Αρχαιολογική Εταιρεία, Αριθ.94, Αθήναι 1986

Πάχτα Βασιλική., *Μελέτη εξέλιξης τεχνολογίας κονιαμάτων,* Διδακτορική Διατριβή, ΑΠΘ, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, 2011

Παλυβού Κ., *Ακρωτήρι Θήρας: η οικοδομική τέχνη,* Βιβλιοθήκη της εν Αθήναις Αρχαιολογικής εταιρείας, Αριθ. 183, Αθήνα, 1999

Σπυροπούλου Παναγιώτα, Τσακαλάκη Ειρήνη, Διερεύνηση πρακτικών δόμησης στις χωμάτινες κατασκευές, Διάλεξη, ΕΜΠ, 2013

Τσακανίκα Θ. Ελευθερία, *Ο δομικός ρόλος του ξύλου στην τοιχοποιία των ανακτορικού τύπου κτιρίων της μινωικής Κρήτης*, Διδακτορική Διατριβή, ΕΜΠ, Αθήνα, 2006

Υπουργείο Πολιτισμού, Κνωσός 2000-2008 Συντήρηση, Στερέωση και Ανάδειξη του Ανακτόρου και του Αρχαιολογικού Χώρου, ΥΠ.ΠΟ Τ.Δ.Π.Ε.Α.Ε., Ηράκλειο, 2008

Φωρ Πωλ, Η καθημερινή ζωή στην Κρήτη την μινωική εποχή, 1500 προ Χριστού, εκδ. Ωκεανίς, 1976, μετάφραση Έλλης Αγγέλου

Shaw J.W., *Minoan Architecture Materials and Techniques*, ASAtene 33, Rome, 1971

Waltgahg Muller – Wiener, *Η Αρχιτεκτονική στην Αρχαία Ελλάδα*, εκδ. UNIVERSITY STUDIO PRESS, Θεσσαλονίκη, 1995

Amos Rapoport, Δημήτρης Φιλιππίδης, *Ανώνυμη Αρχιτεκτονική και Πολιτιστικοί Παράγοντες*, εκδοτικός οίκος Μέλισσα, Αθήνα, 2010, σελ.288

Διεθνής

Bjorn Berge, *The ecology of building materials*, Translated by Chris Butters and Filip Henley, Architectural Press, Italy, 2009

Conti Gianfranco, Di Chiacchio Antonio, Cicchetti Maria, Fiadone Franco, Gentile Pierluigi, Morandi Maurizio, Forlani Maria Cristina, *Terra cruda. Insediametri in Provincia di Chieti*, Provincia di Chieti, Cogestre Edizioni, Penne, Italy, 1999

Fontaine Laetitia, Anger Romain, *Bâtir en terre. Du grain de sable à l'architecture*, Berlin, Cité des sciences et de l'industrie, 2009

Minke Gernot, *Building with earth. Design and technology of a sustainable architecture*, Birkhδuser, Germany, 2006

Mousourakis Apostolos, Arakadaki Maria, Kotsopoulos Sofoklis, Sinamidis Iordanis, Mikrou Tina, Fragedaki Evangelia, Lagaros Nikos D., Earthen Architecture in Greece: Traditional Techniques and Revaluation, MDPI, Article, Heritage 2020

Norton John, *Building with Earth: A Handbook*, Intermediate Technology Development Group Limited, U.K., 1986

Roland Stulz, Kiran Mukerji, *Appropriate Building Materials: a catalogue of potential solutions,* Practical Action, 1993

Rudofsky Bernard, *Architecture without architects: A short introduction to non-pedigreed architecture*, Doubleday 7 Company, Inc., Garden City, New York, 1964

S Jörchel, *Modern Earth Building – the Current State of Earth Building from a German Perspective,* IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2019

Terra [In]cognita project, *Terra Europae, Earthen Architecture in the European Union*, Edizioni ETS, 2011

Διαδικτυακές πηγές

Οδυσσεύς, Υπουργείο Πολιτισμού και Αθλητισμού: http://odysseus.culture.gr/h/2/gh20.jsp

http://craterre.org/

https://www.architonic.com/en/project/boltshauser-architekten-rammed-earth-house-rauch-family-home/5100620

Κατάλογος εικόνων

Εικόνα 1. Appropriate Building Materials, 1993. 8
Εικόνα 2. Εκπαιδευτικό και συμμετοχικό εργαστήριο, Δόμηση με χώμα, 2019, Helps..... 9
Εικόνα 3. https://nutrien-ekonomics.com/news/how-can-the-nature-of-clays-in-your-soil-affect-plant-available-potassium/ 9
Εικόνα 4. Εκπαιδευτικό και συμμετοχικό εργαστήριο, Δόμηση με χώμα, 2019, Helps..... 12
Εικόνα 5. Appropriate Building Materials, 1993 12
Εικόνα 6. α. Minke Gernot, Building with earth, σ.22 **β.** προσωπικό αρχείο. **12**
Εικόνα 7. α. προσωπικό αρχείο **β.** Minke Gernot, Building with earth, σ.23 14
Εικόνα 8. α. προσωπικό αρχείο 14
Εικόνα 9. α. προσωπικό αρχείο. 15
Εικόνα 10. Rudofsky Bernard, Architecture without architects, σ.12..... 20
Εικόνα 11. Minke Gernot, Building with earth, σ.53,54..... 22
Εικόνα 12. Fontaine L., Anger R. Bâtir en terre, σ.70 23
Εικόνα 13. α. γ. Minke Gernot, Building with earth, σ.73, **β.** https://en.wikipedia.org/wiki/Musgum_mud_huts. 26
Εικόνα 14. α. β. Minke Gernot, Building with earth, σ.148. 28
Εικόνα 15. Minke Gernot, Building with earth, σ.90,91..... 29
Εικόνα 16. Minke Gernot, Building with earth, σ.147..... 29
Εικόνα 17. Minke Gernot, Building with earth, σ.61..... 35
Εικόνα 18. α. β. Minke Gernot, Building with earth, σ.65, 62 38
Εικόνα 19. α. β. Minke Gernot, Building with earth, σ.64 40
Εικόνα 20. Fontaine L., Anger R. Bâtir en terre, σ.90 42

Εικόνα 21. *προσωπικό αρχείο, 2019* 43
Εικόνα 22. προσωπικό αρχείο, 2019. 43
Εικόνα 23. προσωπικό αρχείο, 2019 47
Εικόνα 24. https://www.architonic.com/en/project/boltshauser-architekten-rammed-earth-house-rauch-family-home/5100620 50
Εικόνα 25. https://www.archdaily.com/634724/ricola-krauterzentrum-herzog-and-de-meuron 50
Εικόνα 26. https://www.mdpi.com/2571-9408/3/4/68 52
Εικόνα 27-30. προσωπικό αρχείο, 2019 53
Εικόνα 31. αρχείο Α. Μουσουράκη, 2019 54
Εικόνα 32-34.*προσωπικό αρχείο, 2020.* 59
Εικόνα 35-38*. αρχείο Α. Μουσουράκη, 2016.* 66
Εικόνα 39-40. προσωπικό αρχείο, 2020. 69
Εικόνα 41-42*. αρχείο Α. Μουσουράκη, 2006.* 71
Εικόνα 43-50. προσωπικό αρχείο, 2019. 72
Εικόνα 51. *αρχείο Α. Μουσουράκη, 2013.* 80
Εικόνα 52. Δήμος Χανίων. 85
Εικόνα 53. Terra cruda, Penne, Italy, 1999 85
Εικόνα 54-56. Προσωπικό αρχείο 85
Εικόνα 57-61. αρχείο Ζέτα Χρυσαφάκη 89
Εικόνα 62-63. αρχείο Μουσουράκης Απόστολος 94
Εικόνα 64-72. προσωπικό αρχείο 110

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Πρακτική άσκηση με τον πηλό

Στο παράρτημα αυτό δίδονται κάποιες επιπλέον πληροφορίες όσον αφορά τις κατασκευές με πηλό, καθώς και φωτογραφικό αρχείο ώστε να κατανοηθεί καλύτερα πώς επεξεργαζόμαστε αυτό το δομικό υλικό και τι αποτελέσματα μπορεί να προσφέρει στη σύγχρονη δόμηση.

4/2017 ***«Κτίζοντας με φυσικά Κρητικά υλικά»***, στα πλαίσια συνεργασίας μεταξύ του εκπαιδευτικού κέντρου φυσικών υλικών Noria et Compagnie και του τμήματος Αρχιτεκτόνων Μηχανικών του Πολυτεχνείου Κρήτης.

Στα πλαίσια του μαθήματος της «Βιοκλιματικής Αρχιτεκτονικής» της Σχολής Αρχιτεκτόνων Μηχανικών του Πολυτεχνείου Κρήτης με υπεύθυνη την καθηγήτρια κ.Μανδαλάκη Μαρία σχεδιάστηκε σύνθεση για χώρο του Πολυτεχνείου, μελετήθηκαν οι λεπτομέρειες κατασκευής και επιλέχθηκαν υλικά όσο το δυνατόν γινόταν από την ευρύτερη περιοχή, όπως ήταν ο πηλός, το άχυρο και τα καλάμια. Το εργαστήριο ξεκίνησε με την αξιολόγηση του πηλού με βάση τα εμπειρικά τεστ όπως παρουσιάστηκαν στο κεφάλαιο 2.1.2. υπό την καθοδήγηση της αρχιτέκτονος με ειδίκευση στη φυσική δόμηση με χώμα Claire Oiry. Στη συνέχεια, έγιναν δοκιμαστικές πλιθιές για να βρεθεί η κατάλληλη αναλογία των υλικών και να παραχθεί η αναγκαία ποσότητα ωμοπλίνθων. Για την παραγωγή των πλιθιών σχεδιάστηκαν και υλοποιήθηκαν από την ομάδα μου δύο τύποι ξύλινων καλουπιών. Η συνδεσμολογία των στοιχείων των καλουπιών ήταν σφηνωτή χωρίς κόλλα ή άλλου είδους συγκόλληση. Οι μεγάλες πλιθιές που παράχθηκαν ήταν διαστάσεων 32*9*14 εκατοστών και οι μικρές 16*9*14 εκατοστών. Τα ξύλινα καλούπια κατασκευάστηκαν στο εργαστήριο ψηφιακών κατασκευών και ταχείας πρωτοτυποποίησης του Πολυτεχνείου Κρήτης.

Εικόνα 64. *Στάδια κατασκευής ξύλινων καλουπιών και παραγωγής ωμοπλίνθων (προσωπικό αρχείο, 2017)*

Εικόνα 65. *Οι δύο τύποι ξύλινων καλουπιών που σχεδιάστηκαν και κατασκευάστηκαν και οι πλίνθοι μετά την ξήρανσή τους , προσωπικό αρχείο 2017)*

17-26/5/2017 ***«Καλάμια & χώμα – Building with natural Cretan materials»***, συνεργασία μεταξύ του εκπαιδευτικού κέντρου φυσικών υλικών Noria et Compagnie και του τμήματος Αρχιτεκτόνων Μηχανικών του Πολυτεχνείου Κρήτης.

Εν συνεχεία του προηγούμενου εργαστηρίου, ακολούθησε ένα δεύτερο στο οποίο αξιοποιήθηκαν οι πλιθιές που είχαν κατασκευαστεί εφόσον είχαν ξηρανθεί φυσικά. Με την καθοδήγηση της Claire Oiry και Γάλλων τεχνιτών κατασκευάστηκε σε πραγματική κλίμακα η σύνθεση των φοιτητών. Βασικό πλεονέκτημα του εργαστηρίου ήταν ότι οι συμμετέχοντες ήρθαν σε επαφή με τον πηλό και με αρκετές από τις τεχνικές δόμησής του, όπως οι ωμόπλινθοι, η πεπιεσμένη γη, ο πηλός σε στοιβάδες, η πλήρωση ξύλινου σκελετού, τα επιχρίσματα και η μορφοποίηση πηλού με τα χέρια. Έγινε κατανοητό πώς επιλέγεται και αξιολογείται ο πηλός, πώς δουλεύεται η κάθε τεχνική και με ποιους τρόπους προστατεύεται η κατασκευή από καιρικές και περιβαλλοντικές συνθήκες δεδομένου ότι διαμορφώθηκε σε δημόσιο εξωτερικό χώρο.

6-11/5/2019 Εκπαιδευτικό εργαστήριο εθελοντών για την οικολογική αποκατάσταση κτηρίων, ***«Παραδοσιακός φούρνος και εξωτερική κουζίνα με φυσικά υλικά»***, Helps, Μεσογειακό κέντρο περιβάλλοντος, Τσιβαράς, Χανιά Κρήτης.

Στο συγκεκριμένο εργαστήριο κατασκευάστηκε εξωτερικός φούρνος και πάγκος κουζίνας για τον πολιτιστικό σύλλογο του χωριού Τσιβαρά, με κύριο δομικό υλικό τον πηλό. Ανάλογα με την ποσότητα του νερού, της άμμου και των ινών διαμορφώθηκαν οι αντίστοιχες στρώσεις. Χρησιμοποιήθηκαν μείγματα cob, τσατμά, ελαφροπηλού και επιχρίσματος. Η υπεύθυνη του εργαστηρίου Claire Oiry τόνισε τη σημασία και τη σειρά των στρώσεων για τη δημιουργία του φούρνου, χωρίζοντας δύο κατηγορίες υλικών, αυτά που είναι πυκνά και βαριά και συσσωρεύουν τη ζέστη κατά τη διάρκεια της καύσης εκπέμποντάς τη σιγά σιγά συνέχεια και τα ελαφριά και πορώδη, τα οποία μονώνουν και διατηρούν τη ζέστη στο εσωτερικό του φούρνου.

Εικόνα 66. *Κατασκευή και υλοποίηση σύνθεσης των φοιτητών με χρήση φυσικών υλικών (προσωπικό αρχείο, 2017)*

Εικόνα 67. *Στάδια κατασκευής παραδοσιακού φούρνου και εξωτερικής κουζίνας με φυσικά υλικά (προσωπικό αρχείο, 2019)*

28-29/9/2019 ***«Τεχνικές Σοβατίσματος με βάση το χώμα»***, Χανιά Κρήτης, Claire Oiry, Spiti Spitaki.

Ένας σοβάς αποτελείται από τρία βασικά συστατικά. Ένα συνδετικό υλικό, αδρανή και νερό. Προστίθενται προαιρετικά ίνες, όπως άχυρο ή τρίχες ζώων και σταθεροποιητές. Τα αδρανή υλικά πρέπει να έχουν ισορροπημένη κοκκομετρία και σχήματα με οξείες γωνίες και να μικραίνουν σε διατομή όσο προχωράμε προς τις εξωτερικές στρώσεις του σοβά. Κάθε είδος επίστρωσης απαιτεί και ειδική κοκκομετρία των υλικών που χρησιμοποιούνται. Επίσης, ένα ζήτημα που τέθηκε ήταν το περιβαλλοντικό πρόβλημα λόγω της εκμετάλλευσης της άμμου. Προτάθηκε αντ' αυτού η χρήση ανανεώσιμων υλικών όπως φυτικών ινών, που λειτουργούν ως πλέγμα στο σοβά από χώμα, αυξάνουν τη δύναμή του και μειώνουν την πιθανότητα συρρίκνωσής του.

30/9-4/10/2019 **«Παραγωγή ωμοπλίνθων»**, εκπαιδευτικό κέντρο φυσικών υλικών Noria et Compagnie, Τσιβαράς Χανιά Κρήτης.

Σε εργαστήρια όπως το συγκεκριμένο, που συμμετείχαν άνω των 15 ατόμων, είναι πολύ σημαντική η διαμόρφωση του προγράμματος και η δημιουργία ομάδων που θα ασχολούνται με τα στάδια των τεχνικών που χρησιμοποιούνται. Σε όλα τα εργαστήρια που είναι βασισμένα στον πηλό, εργασίες όπως η αξιολόγηση της ποιότητας του χώματος, το κοσκίνισμά του, οι δοκιμές στην αναλογία των υλικών για τις διάφορες τεχνικές είναι από τις βασικότερες. Κύριο ζητούμενο του εργαστηρίου ήταν η παραγωγή ωμοπλίνθων για τη δημιουργία ενός μικρού βιοκλιματικού κτηρίου. Αυτό συνεπάγεται ότι η ποσότητα των πλιθιών είναι μεγάλη και πραγματοποιείται σε μικρό χρονικό διάστημα, στο παράδειγμα μας σε πέντε μέρες. Το μέρος που γίνεται το μείγμα και παράγονται οι πλιθιές παίζει σημαντικό ρόλο στην εξέλιξη των εργασιών. Πρώτα παράγεται μια γενναία δόση του μείγματος πηλού, άμμου, άχυρου, νερού και έπειτα σε κοντινή απόσταση παράγονται οι πλιθιές με τη χρήση καλουπιών. Συγκεκριμένα εδώ είχαμε ξύλινο καλούπι τριών μερών

που βοήθησε στη γρήγορη παραγωγή πλιθιών αλλά και τους Γάλλους τεχνίτες που ήταν έμπειροι με το υλικό του πηλού. Έτσι το αποτέλεσμα ήταν να φτιαχτούν πάνω από 850 πλιθιές, καθώς επίσης να συμπληρωθεί κομμάτι του πέτρινου περιμετρικού τοιχίου, που είχε γκρεμιστεί, με την τεχνική του στοιβαχτού πηλού.

Εικόνα 68. *Δοκιμαστικά τεστ για την κατανόηση του χώματος και σοβάδων διαφόρων αναλογιών για την εύρεση της κατάλληλης (προσωπικό αρχείο, 2019)*

Εικόνα 69. *Δοκιμαστικά τεστ για πλιθιές, σοβάδες και παραγωγή ωμοπλίνθων (προσωπικό αρχείο, 2019)*

7-10/10/2019 ***«Earth body plaster & Earth finished plaster»***, συνεργασία μεταξύ του εκπαιδευτικού κέντρου φυσικών υλικών Noria et Compagnie και του τμήματος Αρχιτεκτόνων Μηχανικών του Πολυτεχνείου Κρήτης.

Ένα από τα βασικότερα πλεονεκτήματα του πηλού είναι ότι εύκολα ανακυκλώνεται και γίνεται εκ νέου δομικό υλικό. Στο εργαστήριο αυτό που πραγματοποιήθηκε στο Πολυτεχνείο Κρήτης έγινε συντήρηση και διαμορφώθηκαν νέες κατασκευές από την ανακύκλωση υπαρχόντων που ήταν σε κακή κατάσταση. Επιλέχθηκαν οι κατασκευές που είχαν υποστεί καταστροφές και αφού αποσυναρμολογήθηκαν, συλλέχθηκε υλικό το οποίο χρησιμοποιήθηκε για τη δημιουργία νέων. Η κάθε τεχνική είχε τη δική της διαδικασία αποκατάστασης αλλά και σχεδιασμού, αφού όπως διαπιστώθηκε η συχνή επίσκεψη ποδηλατών και νεαρών επέφερε και διαφορετικές ανάγκες για το χώρο.

5/2020 ***«Design with earth, plaster & rammed earth kitchen counter»***, Γεράνι Χανιά Κρήτης, Katerina Vienna

Σε σύγχρονη κατοικία που ανακατασκευάστηκε επιλέχθηκε τοίχος που βρίσκεται ανάμεσα στο σαλόνι και στο υπνοδωμάτιο να γίνει με χωμάτινο σοβά. Παράλληλα διαμορφώθηκε ένας πάγκος από πεπιεσμένη γη και κρυμμένο φωτισμό. Οι δημιουργίες από πηλό εναρμονίζονται στο μοντέρνο σχεδιασμό και αποτελούν ένα ενδιαφέρον παράδειγμα ένωσης σύγχρονων και φυσικών υλικών.

Εικόνα 70. *Αποδόμηση και ανακύκλωση του υλικού των κατασκευών που ήταν σε κακή κατάσταση και επαναχρησιμοποίησή τους για τη κατασκευή νέων (προσωπικό αρχείο, 2019)*

Εικόνα 71. *Κατασκευή δύο τοίχων με χωμάτινους σοβάδες και πάγκο από συμπιεσμένη γη, σε ανακατασκευή διαμερίσματος (προσωπικό αρχείο, 2020)*

26-27/9/2020 ***«Τεχνικές αποκατάστασης παραδοσιακού πλινθόκτιστου κτίσματος»***, Κακόβατος Ηλείας, πηλΟίκο

Στο εργαστήριο που πραγματοποιήθηκε στον Κακκόβατο στη Πελοπόννησο, ήρθαμε αντιμέτωποι με τις αρνητικές συνέπειες που έχει η ένωση υλικών που λειτουργούν με διαφορετικό τρόπο, όπως ο πηλός και το τσιμέντο. Περιμετρικά του πλινθόκτιστου, εσωτερικά και εξωτερικά, είχε τοποθετηθεί τσιμεντένιος σοβάς, ο οποίος εμπόδιζε την διαπνοή των πλιθιών για αρκετά χρόνια προκαλώντας καταστροφές στο υλικό. Για τη συντήρησή του ήταν απαραίτητη η αφαίρεση του σοβά. Το αποτέλεσμα αυτής της διαδικασίας ήταν η εμφάνιση ενός πλίθινου τοίχου που στη μεγαλύτερη έκτασή του είχε χάσει το αρχικό του πάχος των 44 εκατοστών. Πολλές πλιθιές ήταν σε κακή κατάσταση και χρειάζονταν αντικατάσταση. Στο εργαστήριο αυτό συζητήθηκαν κάποιες ιδέες για τον τρόπο που μπορεί το κτίσμα να αποκατασταθεί και ταυτόχρονα έγινε ανακύκλωση κάποιων πλιθιών για παραγωγή νέων. Επίσης, πραγματοποιήθηκε έρευνα για αναζήτηση κατάλληλου χώματος στην ευρύτερη περιοχή, ώστε να παραχθούν νέες πλιθιές και σοβάς για την αποκατάσταση του πλινθόκτιστου.

Εικόνα 72*. Δοκιμαστικά τεστ με τον πηλό και παραγωγή ωμοπλίνθων με το χώμα από την ανακύκλωση των πλινθιών που είχαν καταστραφεί του ίδιου κτίσματος (προσωπικό αρχείο, 2020)*

Σας ευχαριστώ